

1854. **ANNALEN** No. 6.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XCII.

**I. Untersuchungen über Dämpfe und Dampf-
gemenge; von Plücker.**

§. 1.

Einleitung.

1. Das Mariotte'sche Gesetz, nach welchem die Spannkraft eines Gases im umgekehrten Verhältnisse der Dichtigkeit desselben steht, wurde von Dalton auf ein Gemenge von verschiedenen Gasen ausgedehnt. Mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit mengen sich in einem abgesperrten Raume zwei oder mehrere Gase vollständig und dann ist die Spannkraft des Gemenges der Summe der Spannkraften der verschiedenen Gase, einzeln für sich und nach dem Mariotte'schen Gesetze genommen, gleich. Man hat dieses so ausgedrückt, daß jedes der Gase sich in Beziehung auf die übrigen, wie ein leerer Raum verhalte. Bestimmter ausgedrückt heist dieses, daß ein Gas der Spannkraft eines andern keinen, oder nur einen allmählig verschwindenden Widerstand darbietet und daher durch dasselbe sich frei verbreitet, wenn nicht momentan, doch nach einer kürzern oder längeren Zeit. Das Dalton'sche Gesetz besteht auch dann, wenn eines der permanenten Gase durch den Dampf einer Flüssigkeit, welcher, für die gegebene Temperatur, unter dem Maximum seiner Dichtigkeit sich befindet, ersetzt wird. Es besteht auch dann, wenn in einem abgesperrten, ein permanentes Gas enthaltenden, Raume eine Flüssigkeit sich befindet. Aus dieser entwickeln sich so lange Dämpfe, bis dieselben das Maximum ihrer Spannkraft erreicht haben. Das

permanente Gas übt also keinen Druck auf diese Dämpfe aus, die, im entgegengesetzten Falle, sich condensiren müßten. Diese Gesetze Dalton's sind von Physikern ersten Ranges, namentlich von Gay-Lusac, mit Sorgfalt verificirt worden.

2. Aber die Frage ist hiermit noch lange nicht erschöpft.

Durch sorgfältig angestellte Beobachtungen steht nun fest, daß die Spannkraft des Dampfes, welcher, bei gegebener Temperatur, mit gemischten Flüssigkeiten, aus denen er sich entwickelt, in Berührung ist, von dem Mischungsverhältnisse der Flüssigkeiten, *in ganz constanter Weise* abhängt. Die Erklärung dieser Thatsache führt uns zu der Absorption der permanenten und condensirbaren Gase durch Flüssigkeiten zurück.

3. Wenn Luft mit Wasser in Berührung ist, so wird, während einerseits eine bestimmte Menge von Wasserdampf mit der Luft sich mengt, andererseits eine bestimmte Menge von Luft durch das Wasser absorbirt. Unter Voraussetzung einer constanten Temperatur wird, bei einer Compression der äußern Luft, eine größere Menge derselben absorbirt, die, wenn die Compression nachläßt, wieder entweicht. Es findet also eine Wechselwirkung zwischen Luft und Wasser statt, in der Art, daß das Wasser gleichmäßig von Luft durchdrungen wird und die Menge der dasselbe durchdringenden Luft mit der Dichtigkeit der äußeren Luft fluctuirt. Hier ist das Gesetz der Proportionalität aufgestellt worden.

Nach dieser Auffassungsweise nehmen wir also an, daß, ähnlich wie ein Gas, unter mehr oder weniger Widerstand, ein anderes Gas durchdringt, ebenso Wasser von Luft durchdrungen werde, die, durch Molecularkräfte in Spannkraft modificirt, bei ihrer Bewegung in demselben mehr oder weniger Widerstand findet. Wenn wir dann noch dieser Annahme hinzufügen, daß die fraglichen Molecularkräfte im Innern des Wassers auf mehr oder weniger dichte absorbirte Luft gleichmäßig einwirken, so würde

daraus nothwendig folgen, dafs, nach kürzerer oder längerer Zeit, sobald die Spannkräfte der äufsern und der absorbirten Luft sich ins Gleichgewicht gesetzt haben, ein constantes Dichtigkeits-Verhältnifs zwischen jener Luft und dieser sich ergebe.

4. Ueber die hier einschlagenden Fragen erscheinen neue Versuche höchst wünschenswerth. So viel ich weifs, liegen keine Bestimmungen vor, aus denen man eine klare Anschauung entnehmen könnte über den der Absorption eines Gases durch eine Flüssigkeit sich entgegenstellenden Widerstand oder, was hiermit zusammenhängt, über die zu einer solchen Absorption erforderliche Zeit und die Art und Weise, wie überhaupt dieselbe erfolgt. Ob immer und ob namentlich auch zwischen weiteren Gränzen das Gesetz der Proportionalität zwischen der Dichtigkeit des auf die Flüssigkeit drückenden und des von ihr absorbirten Gases sich bewähre, ist nach dem, was vorliegt, immer noch in Frage zu stellen, ja sogar sehr zu bezweifeln.

Der Zustand, in welchem ein absorbirtes Gas sich befindet, wird insbesondere in solchen Fällen höchst räthselhaft, wo der Körper (fest oder flüssig gilt hier gleich) ein Vielfaches seines scheinbaren Volumens, das Hundertfache und mehr, auch eines, durch äufseren Druck nicht condensirbaren, Gases (Sauerstoffgas) in seine Poren aufnimmt. Hier müssen wir, wenn dennoch die Gase im Innern des Körpers ihren Aggregatzustand nicht ändern sollten, annehmen, dafs die Molecularkräfte die freie Spannkraft des Gases in enormem Verhältnisse vermindern, damit dasselbe sich mit dem äufsern Gase ins Gleichgewicht setze.

5. Wasser, statt in eine Atmosphäre von Luft, in eine Atmosphäre von Alkoholdampf gebracht, absorbirt diesen wie jene, condensirt ihn aber gleichzeitig in Folge der Contraction, die er erleidet; andererseits steigt Wasserdampf in die Alkoholatmosphäre auf. Es stellt sich auch hier ein Zustand des Gleichgewichtes her. Alkohol in eine Atmosphäre von Wasserdampf gebracht, verhält sich analog.

Demnach würde sich die Erwartung rechtfertigen, daß, wenn zwei Gefäße, das eine Alkohol, das andere Wasser enthaltend, beide ihre Dämpfe in denselben abgeschlossenen Raum aushauchen, durch diese Dämpfe die Einwirkung der beiden Flüssigkeiten auf einander *vermittelt* werde und daß zuletzt, nach kürzerer oder längerer Zeit, der Dampf ein bestimmtes Mischungsverhältniß zeigen und die Flüssigkeit in den beiden Gefäßen identisch dieselbe werden müsse. Die Sache verhält sich also gerade so, als ob die beiden Flüssigkeiten ursprünglich gemischt gewesen wären und Dämpfe in den abgesperrten Raum ausgesendet hätten, deren Mischungsverhältniß, bei gegebener constanter Temperatur allein von dem Mischungsverhältnisse der Flüssigkeiten abhängt. Diese Abhängigkeit ist eine vollkommen constante und so ergibt sich ein schätzbares Mittel, aus der Spannkraft der aus einer gemischten Flüssigkeit in einen abgeschlossenen Raum aufsteigenden Dämpfe unmittelbar den Gehalt der Flüssigkeit zu bestimmen.

6. Das Vorstehende läßt sich auch auf den Fall übertragen, daß in einer Flüssigkeit feste, einer nachweislichen Verdampfung nicht unterworfen, Körper aufgelöst enthalten sind. Die Spannkraft der Wasserdämpfe, die zum Beispiel aus einer Kochsalzlösung in einen abgesperrten Raum aufsteigen, ist um so geringer, je mehr Salz sich in der Lösung befindet. Die Bestimmung dieser Spannkraft bei 100° C. genommen, giebt den Salzgehalt einer Soole wenigstens ebenso genau, als die feinste Salzspindel.

7. Wenn reines Wasser frei siedet, so hat ein Dampfbläschen im Innern desselben eine Spannkraft, welche dem äußern Drucke gleich ist. Es liegt hier die Auffassung nahe, ein solches Dampfbläschen als eine Ansammlung von Wasserdampf zu betrachten, der im siedenden Wasser absorbirt ist und der hiernach dieselbe Dichtigkeit haben muß, als der aus der Flüssigkeit frei aufsteigende Dampf, so daß, in diesem Falle, die im Innern thätigen Molecularkräfte keine Wirkung auf den vom Wasser absorbirten Dampf ausüben. Anders aber verhält es sich zum Beispiel

in einer Lösung von Kochsalz. Hier bringen die veränderten Molecularkräfte eine Verminderung der Spannkraft eines Bläschens von Wasserdampf im Innern der Lösung hervor. Es kann dasselbe bei der Temperatur des siedenden Wassers nicht mehr bestehen: es condensirt sich. Eine Folge davon ist, daß die Lösung erst bei höherer Temperatur siedet und daß die, bei der gewöhnlichen Siedtemperatur aus der Flüssigkeit in einen abgesperrten Raum aufsteigenden Dämpfe eine geringere Spannkraft haben, als in dem Falle des bloßen Wassers. Die Spannkraft der Dämpfe, welche, bei einer constanten Temperatur, ein Mal aus der Lösung, das andere Mal aus dem Wasser in einen abgesperrten Raum aufsteigen, geben hiernach, für diese Temperatur, das *relative Maafs* für die in den beiden Fällen wirksamen Molecularkräfte und das Gesetz ihrer Zunahme mit dem wachsenden Salzgehalte.

Sobald die Dämpfe beim freien Sieden der Lösung aus dem Innern derselben in die Atmosphäre aufsteigen, wird ihre Spannkraft nach Aufsen gröfser, und indem diese sich mit dem Atmosphärendrucke ins Gleichgewicht setzt, nehmen sie, mit dem gröfsern Volumen, zugleich die gewöhnliche Siedtemperatur des Wassers an.

8. Es begegnet uns hier die weitere Frage, ob die entstehenden Dampfbläschen in dem Innern einer frei siedenden Mischung von Alkohol und Wasser — um diese Flüssigkeiten beispielsweise wieder hier anzuführen — von Molecularkräften *nicht* afficirt, dieselbe Spannkraft haben, als später; bis sie, immer wachsend, zuletzt aus der Flüssigkeit aufsteigen und dann die Spannkraft der äufsern Luft theilen; ob, mit andern Worten, hier der Fall des Wassers oder der Fall der Salzlösung eintritt. Im erstern Falle liefse sich aus der gegebenen Siedtemperatur und der bei dieser Temperatur beobachteten Spannkraft der beiderseitigen Dämpfe, nach dem Mariotte'schen Gesetze, die Zusammensetzung des Dampfgemenges berechnen und also, auch rückwärts, aus dieser Zusammensetzung die Siedtemperatur des Gemenges.

9. Directe Bestimmungen der Siedtemperatur gemischter Flüssigkeiten können unmöglich genaue Resultate geben. Solche lassen sich nur erzielen, wenn wir diesen Bestimmungen das Princip zu Grunde legen, daß eine Flüssigkeit bei derjenigen Temperatur siedet, bei welcher die aus ihr in einen abgesperrten Raum aufsteigenden Dämpfe einen Druck ausüben, der dem Atmosphärendrucke gleich ist. Ein zu diesem Ende construirter Apparat wird später seine Beschreibung finden. Es ist dieses der allgemeine Apparat von §. 2 nur vereinfacht und so modificirt, daß man ihm besser die jedesmalig erforderliche Temperatur geben kann.

10. Der Procentgehalt y eines Dampfgemenges, das, um bei demselben Beispiele zu bleiben, aus einer Mischung von Alkohol und Wasser — sey es bei einer constanten Temperatur, oder bei der wechselnden Siedtemperatur oder überhaupt unter gegebenen Bedingungen — sich entwickelt, bestimmt sich durch die Spannkraft desselben und ist demnach eine gegebene Function des Procentgehaltes x der Mischung:

$$y = f(x).$$

Es liegen hierin die Elemente einer mathematischen Theorie der Destillation. Die desfallsige Aufgabe können wir in folgender Weise formuliren. Eine gegebene Menge μ der Mischung hat einen bekannten Procentgehalt ξ ; welches ist, nachdem μ auf m sich reducirt hat, der Procentgehalt x der zurückgebliebenen Flüssigkeit?

In irgend einem Momente sey m die Menge der Mischung und x ihr Procentgehalt, also

$$\frac{mx}{100}$$

die Menge der in ihr enthaltenen abzudestillirenden Flüssigkeit. Es verdunste von der Mischung die kleine Menge dm , die, wenn ihr Procentgehalt y ist,

$$\frac{ydm}{100}$$

von jener Flüssigkeit enthält. Demnach ist der Procentgehalt der zurückbleibenden Flüssigkeit

mithin

$$x - dx = \frac{mx - y dm}{m - dm}$$

$$dx = (y - x) \frac{dm}{m}$$

und, wenn wir integrieren

$$m = \mu e^{\int \frac{dx}{y-x}}.$$

Unter dem Integral ist $f(x)$ für y zu schreiben und dasselbe von ξ bis x zu nehmen.

11. Endlich ergeben sich noch merkwürdige Affinitäts-Beziehungen, die wir auf Zahlen zurückführen können, wenn wir zu einer Mischung zweier Flüssigkeiten noch eine dritte hinzubringen, oder, worauf ich mehr Gewicht noch lege, wenn wir in der Mischung Salze auflösen und dann die Spannkraft der Dämpfe und aus dieser die Zusammensetzung derselben bestimmen. So vermehrt zum Beispiel Wasser, zu einer Mischung von Alkohol und Schwefeläther gebracht, die Spannkraft des Dampfgemenges, vermindert die Siedtemperatur der Mischung. Ebenso vermehrt Kochsalz namhaft die Spannung der aus einer Mischung von Alkohol und Wasser in einen abgesperrten Raum aufsteigenden Dämpfe und vermindert, was damit in nothwendiger Verbindung steht, die Siedtemperatur der Mischung. Zucker verhält sich so gut wie indifferent.

Auf diesem Wege begegnen wir neuen nicht unwichtigen physikalischen Constanten.

12. Die vorstehenden Andeutungen mögen hinreichen, um eine Uebersicht der folgenden Untersuchungen zu gewähren. Die Veranlassung zu denselben hat mir Hr. Geißler gegeben, der in den ersten Monaten des Jahres 1852 von einem hiesigen Industriellen aufgefordert worden war, ein Instrument zur genauen Bestimmung des Alkohols im Weine, nach und während seiner Bereitung, zu construiren. Er zeigte mir damals einen Apparat vor, den er selbstständig construirt hatte, und ich war überrascht, wie ein Paar Tropfen Alkohol in einer größseren Wassermenge

in so constanter Weise angezeigt wurden. Nach seiner Aussage hatte er zuerst versucht den Alkoholgehalt durch die Siedtemperatur der Mischung zu bestimmen, und da diese Methode sich nicht bewährt hatte, weil die Entweichung der Dämpfe den Alkoholgehalt fortwährend ändert, kam er auf den Gedanken, diese Dämpfe einzuschließen und construirte so seinen Apparat, in welchem aus der zu untersuchenden Flüssigkeit, bei der Siedtemperatur Dämpfe in einem gemessenen, mit Luft angefüllten Raum sich entwickelten und auf das zur Absperrung dienende Quecksilber, je nach dem Alkoholgehalte, mehr oder weniger drückten. Auf meine Bemerkung, daß die Luft bloß störend sich verhalten könne und der Apparat besser so modificirt würde, daß die Dämpfe in einem luftleeren Raume sich bildeten, fand ich, zwei Tage später, den Apparat in derjenigen Form, in welcher er unter dem Namen »*Vaporimeter*« im In- und Auslande patentirt worden ist.

Die practisch - ökonomische Frage geht allein Herrn Geißler an. Aber auch von bloß theoretischer Seite schien mir die Sache von so großem Interesse, daß ich, um dieselbe weiter zu verfolgen, mich wiederum, wie bei einer früheren Gelegenheit, an die Kunstfertigkeit desselben wandte und einen für weitere Untersuchungen dienenden Apparat ausführen liefs.

§. 2.

Beschreibung des Apparats.

13. Ich nehme hier, wie es auch in der Zeichnung, Taf. III, Fig. 1, geschehen ist, nur auf den wesentlichen Theils des Apparates Rücksicht, ohne in das Detail seiner Befestigung und Aufstellung einzugehen.

Der Apparat, in welchem Flüssigkeiten und die aus denselben bei der Siedtemperatur sich entwickelnden Dämpfe, oder auch Gase, durch Quecksilber abgesperrt werden, besteht, oben aus einer mit dem gläsernen Hähnchen *A* versehenen mehrmals gebogenen engen Röhre *B*, welche in eine weitere barometerartige Röhre mündet, die 0^m,89

vertical herunterreicht, dann 0^m,09 lang horizontal und endlich wieder vertical umgebogen ist und bei einer Erhebung von 0^m,07 einen gläsernen Hahn *J* eingesetzt hat. Jenseits desselben ist die Steigröhre *K* angeschmolzen. Zwei weitere Glascylinder sind der vertical heruntergehenden Glasröhre eingesetzt, beide etwa 0^m,05 hoch und 0^m,009 weit. Der erste derselben *C* ist vom oberen Ende der Röhre etwa 0^m,08 entfernt und die Länge der Röhre zwischen diesem und dem zweiten Cylinder *E* beträgt 0^m,14. An diesem Theil der Röhre ist eine in 228 willkürliche Theile¹⁾ getheilte Scale von durchscheinendem Milchglaste befestigt, und eine zweite solche Scale unterhalb des zweiten Cylinders *E*. Von oben herab in einer Länge 0^m,67 ist die herabgehende Röhre mit den beiden eingesetzten Glascylindern *C* und *E* von einem 25^{mm} weiten Glascylinder umschlossen, in dessen unterem Theile eine umgebogene Glasröhre *Q*, von nahe gleicher Weite, eingesetzt ist, die in das metallische Kochgefäß von oben hineinreicht. Dieser einschließende Cylinder wird seinerseits durch einen zweiten 35^{mm} weiten Glascylinder umschlossen, der von oben herab bis zu dem Dampfleitungsrohre *Q* führt. Beide Cylinder sind oben durch einen Kitt verschlossen, durch welche die enge Röhre *B* hindurchgeht, sowie ein Thermometer, das in den innern umschließenden Cylinder bis zum Cylinder *C* hineinreicht. Der innere umschließende Cylinder ist unten mit Gyps ausgegossen, so daß herabträufelndes Wasser durch die Röhre *Q* in das Kochgefäß zurückläuft. Er hat in dem obern Theile seiner Wandung eine Oeffnung von etwa einem Quadrat-Centimeter. Durch diese tritt der Dampf, welcher aus dem Kochgefäße durch die Röhre *Q* aufsteigt, in den Zwischenraum zwischen den beiden umschließenden Cylindern, von wo er durch eine dem äußern Cylinder unten eingesetzte Röhre *R* in die Luft geleitet wird. Die Beobachtungen zeigen, daß die aus dem Kochgefäße aufsteigenden Wasserdämpfe das Innere des Apparats in seiner ganzen Länge vollkommen

1) Diese Theile sind doppelt so groß als die Theile der Theilmachine, deren 3,42 ein Millimeter geben.

gleichmäfsig erwärmen, wenigstens findet nicht ein Temperatur-Unterschied von $0^{\circ},016$ statt.

Das Thermometer *M* ist eines der schönen Geißler'schen, dessen aus dem Apparate herausragende Scale, die von 60° bis 120° C. reicht, in $\frac{1}{25}$ Grade getheilt ist, wovon man noch den vierten Theil, als Hundertel-Grade, gut ablesen kann. Mit einem in $\frac{1}{1000}$ Grade getheilten Barothermometer zeigte sich eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen der äufsern Siedtemperatur und der Temperatur im Innern des Apparats. Die Scale ist absichtlich unter 100° weiter herabgeführt, um, statt der constanten Siedtemperatur des Wassers, diejenige des absoluten Alkohols setzen zu können.

Am obern Ende der Röhre *B*, oberhalb des Hahnes *A*, ist eine Röhre eingeschliffen, die in einen Trichter *N* sich erweitert, bestimmt Flüssigkeiten aufzunehmen, sie kann ersetzt werden durch eine andere eingeschliffene Röhre *P*, die bestimmt ist, Flüssigkeiten oder Gase einzusaugen und aus dem Apparate zu etwaiger späterer Prüfung wieder auszuführen.

In dem horizontalen Theile *G* der Hauptröhre ist eine mit einem gläsernen Hahne *H* versehene, spitz ausgezogene Röhre angeschmolzen, um das Quecksilber langsam aus dem Apparate ablassen zu können.

Die Steigröhre *K* oberhalb des Hahnes *J* hat eine Höhe von $2^m,25$; an ihrem obern Ende ist eine zweite Röhre *L*, die fortgenommen werden kann, eingeschliffen. Die Steighöhe, oberhalb des Hahnes *J*, wird dadurch auf 5^m vermehrt.

An der Steigröhre ist auf einem trockenen Holzstreifen eine Scale angebracht, welche durch feste Punkte, die auf der Röhre selbst bezeichnet sind, controlirt wird. Die Theilung der Scale ist wiederum eine willkürliche. Es gehen $3,42$ Theile auf ein Millimeter; die einzelnen Theile werden geschätzt, die doppelten unmittelbar abgelesen.

14. Ueber den Gebrauch des Apparats im Allgemeinen füge ich noch einige Bemerkungen hinzu.

Die Füllung mit Quecksilber geschieht durch die obere Oeffnung der Steigröhre; das Zuströmen desselben in das Innere des Apparats kann durch ein nur theilweises Oeffnen des Hahnes *J* beliebig ermäßigt werden. Durch das geöffnete Hähnchen *A* wird alle Luft aus dem Innern des Apparats herausgedrückt und auch ein Theil des Quecksilbers in den Trichter *N* getrieben. Das Hähnchen *A* wird dann geschlossen und auf dieses Quecksilber die Flüssigkeit gegossen, welche in den Apparat gebracht werden soll. Während der Hahn *J* geschlossen bleibt, wird das Hähnchen *A* geöffnet und ebenso theilweise der Hahn *H*. Aus diesem fließt dann Quecksilber aus, und durch *A* hindurch wird die aufgegonnene Flüssigkeit langsam eingesogen. Bevor dieses aber vollständig geschehen, wird Quecksilber in den Trichter nachgegossen, dieses folgt dann der Flüssigkeit durch die Windungen der Röhre *B* bis es aus derselben herausfällt. Dann wird der Hahn *H* geschlossen und zuletzt auch das Hähnchen *A*, das nun von Quecksilber zu beiden Seiten umgeben, auch bei möglichst starkem Drucke, auf beliebige Zeit eine vollkommene Abspernung giebt.

In vielen Fällen ist es nothwendig, statt des aufgesetzten Trichters, sich der umgebogenen Röhre zu bedienen, die dann, nachdem sie ganz mit Quecksilber gefüllt ist, in die einzusaugende Flüssigkeit und dann in Quecksilber eingetaucht wird.

15. Wenn noch mehr Quecksilber durch den Hahn *H* herausgelassen wird, so bildet sich in dem Cylinder *C* und in der Röhre darüber ein mit Dämpfen angefüllter, von der äußern Luft abgesperrter Raum. Um die Spannkraft dieser Dämpfe bei der Siedtemperatur des Wassers zu bestimmen, wird, nachdem das Innere des Apparates diese constante Temperatur angenommen hat und der Hahn *J* geöffnet worden, soviel Quecksilber aus *H* herausgelassen, bis dasselbe im Innern zu einem beliebig bestimmten Theilpunkte einer der beiden Scaln *D* oder *F* herabgesunken ist, bei welcher Operation es durch Aufgießen frischen

Quecksilbers in die obere Oeffnung der Steigröhre wieder heraufgedrückt werden kann. Nachdem das Gleichgewicht, nach etwa einer Viertelstunde, sich vollkommen hergestellt hat, wird dann der Stand s des Quecksilbers in der Steigröhre abgelesen, zugleich mit der durch das Thermometer M angezeigten Temperatur. Vorher schon ist der Stand s des Quecksilbers ein für alle Mal bestimmt, wenn, bei gleicher Temperatur und bei geöffnetem Hähnen A , im Innern nur Quecksilber und keine Flüssigkeit sich befindet und jenes an demselben beliebigen Theilpunkte der Scalen D oder F steht. Dann ist, bei einer Siedtemperatur von 100° C., die Spannkraft der eingeschlossenen Dämpfe durch die Länge einer Quecksilbersäule von $(760^{\text{mm}} + s - s')$ gegeben. Davon ist nur noch abzuziehen der Druck der Flüssigkeitssäule im Innern, der sich leicht auch an der äußern Steigröhre in Quecksilberdruck bestimmen, in vielen Fällen auch eliminiren läßt.

Eliminirt sind auf diesem Wege aber vollständig alle Correctionen, welche die verschiedene Temperatur des Quecksilbers in den verschiedenen Theilen des Apparats betrifft. Es bleibt nur die Temperatur des Quecksilbers in der Steigröhre zu berücksichtigen. Diese ändert sich, bei gleicher äußerer Temperatur, nicht merklich, wenn wir nur, durch rechtzeitiges Schließen des Hahnes J , dem etwaigen Eintreten des heißen Quecksilbers aus dem Innern des Apparats in die Steigröhre vorbeugen.

16. Die Räume im Innern des Apparats sind vermittelt Quecksilber genau calibriert, wobei die Scalen D und F die Anhaltspunkte geben. Wir können hiernach bei der gewöhnlichen, sowie bei der Siedtemperatur die Volumina der eingebrachten Flüssigkeit und des Dampfes bestimmen. Dadurch sind wir insbesondere auch in den Stand gesetzt, die von Flüssigkeiten, insbesondere vom Wasser, absorbirte Luft zu bestimmen. Wir bringen zu diesem Ende das Wasser kalt in den Apparat und kochen: dann entweicht ein Theil der absorbirten Luft in den Dampfraum. Um alle Luft fortzuschaffen genügt eine bloße

Erwärmung des Wassers nicht, dazu ist nothwendig, daß dasselbe im Apparate in Bewegung gesetzt werde. Dies wird vermittelt einer wiederholten Abkühlung, durch zeitweiliges Fortnehmen der Lampe, erreicht. Nachdem alle Luft entwichen ist, wird des Stand des Quecksilbers, der dann ganz constant ist, im Innern und auferhalb an der Steigröhre abgelesen, und hierauf, während fortwährend gekocht wird, der Hahn *A*, welcher hier zu beiden Seiten nicht von Quecksilber umgeben ist, vollständig geöffnet. Dadurch ändert sich das frühere Quecksilber-Niveau, das im Innern durch herauslassen von Quecksilber wieder hergestellt wird. Der Unterschied des ursprünglichen und des hiernach sich einstellenden Quecksilber-Niveaus in der Steigröhre giebt die Spannkraft der aus dem Wasser ausgeschiedenen Luft, deren Dichtigkeit sich hiernach aus dem Volumen, das sie einnimmt, berechnet.

17. Wir können auch Wasser in dem Apparate selbst, unter einem beliebigen Drucke, bis zu mehr als sechsfachem Atmosphärendrucke, mit Luft in Berührung bringen und eine bestimmte Zeit hindurch damit in Berührung lassen. Man saugt zu diesem Ende, wie bisher, Wasser, dann Luft (oder ein anderes Gas), endlich zum Absperren wieder Quecksilber ein und comprimirt dann durch Quecksilber, das oben in die Steigröhre langsam hineingebracht wird. Ohne den Druck zu ändern, wird dann das Quecksilber in der Röhre *B* und die nicht absorbirte Luft durch theilweises Oeffnen des Hähnchen *A* herausgedrückt, bis Wasser über dasselbe nachdringt. Dann wird dieses Hähnchen wieder geschlossen und dadurch, daß man aus *H* Quecksilber ausfließen läßt, der Druck beliebig vermindert.

§. 3.

Bestimmung der Spannkraft des luftfreien absoluten Alkohol-Dampfes bei 100° C. 1).

18. Der angewendete Alkohol hatte, nachdem er mit Kalk destillirt worden war, bei 13°,75 C. das specifische

1) Die Beobachtungen dieses und des folgenden Paragraphen habe ich mit Hrn. Geißler gemacht.

Gewicht 0,792. Durch längeres Auskochen wurde derselbe luftleer gemacht. Von dem ausgekochten Alkohol wurden etwa 4^{cc} in den Apparat gebracht und in demselben, unter Oeffnen des Hähnchens *H* von Neuem, bei der Siedhitze des Wassers, gekocht. Die Beobachtungen wurden bei dreifachem Dampfvolumen gemacht. Wenn das Innere des Apparats durch die Dämpfe des siedenden Wassers erwärmt war, stand, bei dem kleinen, mittlern und großen Dampfvolumen, das Quecksilber innerhalb, bezüglich im obern Theile in der Röhre *D*, im untern Theile derselben Röhre und im obern Theile der Röhre *F* an bestimmten Marken, während die Oberfläche des über dem Quecksilber befindlichen Alkohols im ersten Falle in dem weiten Cylinder *C*, im zweiten in dem obern Theile der Röhre *D*, im letzten in dem weiten Cylinder *E* sich befand. Dem entsprechend stand (vergleiche die 16. Nummer des vorigen Paragraphen) das Quecksilber in der äufsern Steigröhre bezüglich bei

1110 852 324

Diese Stände verlangen noch eine Correction wegen der im Innern auf das Quecksilber drückenden Alkoholsäule.

Diese Säule hatte für die verschiedenen Quecksilberstände bezüglich die Höhe von

110 340 160

Scalentheilen, welche auf Quecksilberdruck reducirt,

5,5 17 8

solcher Theile betragen; wobei wir mit hinlänglicher Genauigkeit den siedenden Alkohol 20 Mal leichter als Quecksilber annehmen. Von den zu beobachtenden Quecksilberständen in der äufsern Steigröhre, durch welche die Spannkraft des Alkoholdampfes bestimmt werden soll, sind also bezüglich

1115,5 869 332

Scalentheile abzuziehen.

19. Durch schickliches Oeffnen und Schliesen des Hahnes *J* wurde Sorge getragen, daß das warme Quecksilber aus dem Innern des Apparates nicht in die Steigröhre *K* träte (15) und überhaupt wurde bei jeder Bestim-

mung, bevor abgelesen wurde, so lange gewartet bis die Temperatur sich ausgeglichen und namentlich der unten herausragende Theil der Röhre *F* die gewöhnliche Temperatur angenommen hatte. Die Lufttemperatur sowie die Temperatur des Quecksilbers in der Steigröhre betrug 23° bis 25° C.

20. In der nachstehenden Tabelle sind die Resultate der Beobachtungen zusammengestellt, welche innerhalb 10 Tage, während welcher der Alkohol, hermetisch verschlossen, in dem Apparate verblieb, angestellt worden sind. Während dieser Zeit schwankte die Siedtemperatur des Wassers von 99°,20 bis 100°,10. Unsere Beobachtungen enthalten also die entsprechenden Schwankungen in der Spannkraft der Alkoholdämpfe. Die Siedtemperatur wurde an dem Thermometer des Apparats abgelesen, das mit einem Geißler'schen Barothermometer, welches in der Nähe des Siedepunktes in Tausendtel-Grade getheilt war, verglichen, fortwährend eine vollkommene Uebereinstimmung zeigte. Bei jeder Beobachtung wurde vom kleinen zum mittlern, von diesem zum großen Dampfvolumen übergegangen und von diesem zum kleinen wieder zurück. Das letztere unterblieb bei der 5. und 7. Beobachtung; bei der 1. Beobachtung wurde auch noch zu dem großen Dampfvolumen zum zweiten Male übergegangen. Die 8. Beobachtung bezieht sich bloß auf das kleine Dampfvolumen.

Siedtemperatur.	Quecksilberdruck in Scalentheilen.
1. Beobachtung.	
99°,74	3163,5
	3165
	3168
99°,80	3170,5
99°,83	3172
	Mittel ¹⁾ .
99°,78	3168

1) Das Mittel ist genommen in der Voraussetzung eines gleichmäßigen Steigens der Siedtemperatur während der Dauer der Beobachtung.

2. Beobachtung.

99^o,19 3098,5

3099

3102

99,20 3101,5

Mittel.

99,20 3100

3. Beobachtung.

99,53 3135,5

99,55 3138

99,57 3137

99,58 3138,5

Mittel.

99,56 3137

4. Beobachtung.

100,10 3194

3199

3196

100,11 3196,5

Mittel.

100,10 3196

5. Beobachtung.

99,50 3129

99,50 3131

99,50 3130

Mittel.

99,50 3130

6. Beobachtung.

99,68 3160,5

99,69 3163

99,70 3162

99,70 3163,5

Mittel.

99,69 3162

7. Beobachtung.

100,03 3187

100,05 3191

100,05 3188

Mittel.

100,04 3188

8. Beobachtung.

100 ,02 3186

Die vorstehenden Beobachtungen weisen keinen Einfluss des verschiedenen Dampfvolomens nach: ein Beweis, dass der Alkohol luftleer war.

21. In unsern Beobachtungen ist der größte Unterschied in der Siedtemperatur $0^{\circ},90$ und der entsprechende Unterschied im Quecksilberdrucke 96 Scalentheile. Machen wir demnach die Annahme, dass dieser Druck, innerhalb der obigen Gränzen, gleichmäfsig mit der Temperatur steige, so ergiebt sich die folgende Zusammensetzung.

Quecksilberdruck.

Siedtemperatur.	A beobacht.	B berechn.	A — B.
99°,20	3100	3100	0
99 ,50	3130	3132	— 2
99 ,56	3137	3138	— 1
99 ,70	3162	3153	+ 9
99 ,78	3168	3162	+ 6
100 ,03	3189	3188,5	— 0,5
100 ,10	3196	3196	0

Die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung sind so gering, als sich nur erwarten liefs: sie betragen im Maximum nur $2^{\text{mm}},6$ und hätten durch einen größern Aufwand von Rechnung sich noch reduciren lassen. Sie lassen überdies schon innerhalb der engen Gränzen nicht verkennen, dass die Spannung der Alkoholdämpfe rascher als die Temperatur zunimmt.

22. Für die Normal-Siedetemperatur von 100° giebt unsere Zusammenstellung 3185,3 Scalentheile, oder, durch 3,42 dividirt

934^{mm},6.

Reduciren wir diesen Quecksilberdruck auf 0° , indem wir für unsere Glasröhren den Coëfficienten der scheinbaren Ausdehnung des Quecksilbers

0,000153 *)

1) Annalen LXXXVI. S. 263.

Poggendorff's Annal. Bd. XCII.

nehmen, was für 24°

0,00368

giebt, so finden wir eine Reduction von $3^{\text{mm}},4$, wonach

931^{mm},2

bleibt. Indem wir hierzu 760^{mm} hinzufügen, ergibt sich schließlich als Maafs für die Spannkraft der luftleeren Dämpfe des absoluten Alkohols bei 100° C. eine Quecksilbersäule, deren Länge bei 0°

1691^{mm},2

beträgt.

23. Wir haben ferner innerhalb der Temperaturgränzen $90^{\circ},20$ und $100^{\circ},10$ für jede Zunahme der Temperatur von $0^{\circ},1$ C. als mittlere Zunahme des Ueberschusses der Spannkraft des Alkoholdampfes über die Spannkraft des Wasserdampfes bei derselben Temperatur einen Quecksilberdruck von 10,66 Scalentheilen oder

3^{mm},12

erhalten. Somit ergibt sich, wenn wir hierzu die entsprechende Zunahme der Spannkraft der Wasserdämpfe, welche 2^{mm},69 in Quecksilberdruck beträgt, addiren, für die Zunahme der Spannkraft der Alkoholdämpfe in der Nähe von 100° für jeden Zehntel Grad:

5^{mm},81.

§. 4.

Ueber die Spannkraft und das Mischungsverhältnifs des Dampfes, der bei der Siedtemperatur des Wassers aus einem luftleeren Gemenge von Alkohol und Wasser sich entwickelt.

24. Da die Luft, welche von Wasser und Alkohol absorbirt ist und beim Sieden derselben sich entfernt, gröfsere Störungen in die Beobachtung der Spannkraft der aus beiden sich entwickelnden Dämpfe bringt, so mußten vor Allem luftleere Gemenge dargestellt werden, in welchen Alkohol und Wasser in bekanntem Verhältnisse gemischt waren. Hierbei wurde das folgende Verfahren eingeschlagen. Zwei Kugeln, A' und B' , (Taf. III. Fig. 2) sind

durch eine horizontale Röhre *bc* verbunden, die in ihrer Mitte einen fein durchbohrten Hahn *d* zum Absperren hat. Aus jeder Kugel steigt eine Röhre (*ef*, *gh*), die vorher mittelst Quecksilber sorgfältig calibriert worden ist, empor. Ebenso ist vorher der Gehalt jeder Kugel und des angränzenden bis zum Hahn *d* gehenden Theiles der Querröhre bestimmt worden. An den obern Enden der beiden Röhren *ef* und *gh* sind zwei etwas kleinere Kugeln (*k*, *m*) angeschmolzen. Aus dem obern Theile der Kugel *k* geht eine enge Röhre *nop*, die in *o* umgebogen ist, so daß sie von diesem Punkte an, senkrecht gemessen, noch mehr als 760^{mm} sich herabsenkt. Es wurde, bei geschlossenem Hahne *d*, die Kugel *A'* bis zu diesem Hahne, die Röhre *ef* und der grössere Theil der Kugel *k* mit Alkohol vom specifischen Gewichte 0,792 bei 13°,75 C. in der gewöhnlichen Weise dadurch gefüllt, daß die Kugel *A'* durch eine Spirituslampe erwärmt wurde und, während der Erkaltung, die mit ihrem untern offenen Ende in Alkohol eingetauchte enge Röhre diesen einsaugte. Dann wurde der Alkohol im Innern des Apparates fast eine halbe Stunde abwechselnd gekocht und wieder zum Theil abgekühlt, wobei er in heftige Wallungen gerieth und alle absorbirte Luft entwich; endlich wurde, während des Kochens, das offene Ende der feinen Röhre unter Quecksilber getaucht, das in derselben bis zum vollständigen Erkalten des Apparates in die Höhe stieg. Diese Operation wurde so geregelt, daß nach der Erkaltung der Alkohol in dem obern Theile der Röhre *ef* stand. Schliesslich wurde die Röhre in *o* abgeblasen und das Volumen des Alkohols bestimmt.

In gleicher Weise wurde darauf mit Wasser in der andern Hälfte des Apparates verfahren. In der Röhre *pf* stand dann der Alkohol, in der Röhre *gh* das Wasser bis zu bestimmten Punkten, so daß beider Volume bei der angenommenen Normaltemperatur bestimmt waren. Dann wurden durch Oeffnen des Hahnes *d* und durch wiederholtes Umwenden des Apparates die Flüssigkeiten vollkommen miteinander gemengt, was eine längere Zeit er-

forderte. Zugleich war das Mittel geboten, die bei der Mischung stattfindende Contraction zu beobachten. Es wurde zu diesem Ende der Stand der gemengten Flüssigkeiten in einer der beiden Röhren auf den ursprünglichen gebracht, wobei dann in dem andern Schenkel die Differenz des Standes gegen früher unmittelbar abgelesen werden konnte ¹⁾.

24. Mit Kugeln (*A' B'*) von verschiedenem Inhalte wurden solcher Bestimmungen vier gemacht und aus diesen die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellten Resultate gezogen.

Luftleere Mischungen bei 13°,75 C.

	Wasser	Alkohol	Contraction		Menge des Alkohols		Specifisches Gewicht
	Menge.		Volumen.	Procent.	Volumen Proc.	Gewichts-Proc.	
I.	164,7	23,2	1,9	1,01	12,35	10,03	0,9842
II.	187,0	80,4	7,5	2,805	30,07	25,40	0,9645
III.	117,7	113,2	8,4	3,64	49,025	43,24	0,9320
IV.	81,7	185,6	8,9	3,29	69,43	64,28	0,8847

Die Zahlen der drei ersten Verticalcolumnen sind beobachtet, die Zahlen der vier übrigen berechnet. Alle Beobachtungen sind bei der obigen Temperatur gemacht. Das specifische Gewicht der Mischungen ist mit Berücksichtigung der Contraction berechnet. Bei derselben Temperatur ist das specifische Gewicht des Wassers gleich Eins gesetzt.

1) Die Uebereinstimmung der obigen Contractions-Beobachtungen mit denjenigen, welche Rudberg mit nicht luftleeren Flüssigkeiten gemacht hat, ist so groß, daß dabei die Luft augenscheinlich keine wesentliche Rolle spielt. Versuche, welche an Apparaten, die dem beschriebenen ähnlich sind, mit nicht luftfreiem Wasser und Alkohol angestellt wurden, haben gezeigt, daß, bei der Mischung beider, Luft in einer solchen Menge entweicht, daß dieselbe, in den Raum eingeschlossen, um welchen das ursprüngliche Volumen der beiden Flüssigkeiten sich vermindert, eine Spannung zeigt, die einen Atmosphärendruck und einen Bruchtheil desselben beträgt. Die genauen Resultate dieser, gelegentlich zu wiederholenden, Versuche liegen mir nicht mehr vor.

wonach die Beobachtung für den angewandten Alkohol 0,792 gab ¹⁾).

25. Um die luftleere Flüssigkeit in den großen Apparat zu bringen, wurde die eine Hälfte des Apparates II, diejenige etwa mit der Kugel *A'*, ganz mit derselben gefüllt und dann durch den Hahn abgesperrt. Der große Apparat mit der aufgesetzten Einsaugröhre *P* wurde ganz mit Quecksilber gefüllt, dann der Apparat II, in der Nähe der Einsaugröhre, unmittelbar oberhalb der Kugel *A'*, in *e* durchschnitten und augenblicklich diese Röhre bis zum Boden der Kugel eingetaucht, wo dann, bei verschlossenem Hahn *J*, die Hähne *A* und *H* geöffnet wurden. Auf diese Weise wurde eine größere Menge von luftleerer Flüssigkeit eingesaugt, die zum Theil wieder, nach Schließen des Hahnes *H*, durch theilweises Oeffnen des Hahnes *J* herausgedrückt wurde. Nachdem auf diese Weise die Quantität der Flüssigkeit regulirt worden war, wurde die noch mit derselben angefüllte Einsaugröhre unter Quecksilber gebracht und von diesem soviel, als zur Absperrung erforderlich war, eingesaugt. Die Absicht war für alle vier Beobachtungen gleiche Flüssigkeitsmengen in den Apparat zu bringen. Dieses gelang bei den Mischungen I, II und IV, aber durch ein nicht zu redressirendes Versehen wurde von der Mischung III zu viel wieder herausgelassen. Bei der Siedtemperatur im Innern des Apparates gemessen, war das Volumen der Flüssigkeit nahe 4^{cc},5 bei den drei erstgenannten Mischungen, 2^{cc},19 bei der Mischung III. Um diese Volumina, zum Behuf späterer Reductionen, auf die Temperatur 13°,75 C. zurückzuführen, nehmen wir für die Ausdehnung des Alkohols, innerhalb des fraglichen Temperatur-Unterschiedes, $\frac{1}{9}$, für die Ausdehnung des Wassers

1) Den obigen Gewichtsprocenten entsprechen nach Meißner die folgenden specifischen Gewichte

0,9830	0,9642	0,9324	0,8849
--------	--------	--------	--------

wobei die Temperatur 14° C., das specifische Gewicht des absoluten Alkohols 0,7935 war und dieser nicht luftfrei genommen wurde. Die geringen Differenzen sind:

0,0012	0,0003	0,0004	0,0002
--------	--------	--------	--------

$\frac{9}{200}$ und berechnen dann die Ausdehnung für unsere Mischungen — da eine Annäherung hier vollkommen hinreicht — nach dem Verhältnisse des in denselben enthaltenen Alkohols und Wassers. Dann ergeben sich für die vier reducirten Volumina:

4^{cc},26 4^{cc},21 2^{cc},02 4^{cc},09.

26. Die Bestimmung der Spannkraft der Dämpfe, die aus den Mischungen sich entwickelten, wurde, wie im vorigen Paragraphen für absoluten Alkohol, bei dem kleinen, mittlern und grossen Volumen für jede Flüssigkeit gemacht. Diese Volumina betrugen für I, II und IV nahe

10^{cc},16 12^{cc},46 28^{cc},76

für III der geringern Flüssigkeitsmenge wegen

12^{cc},27 14^{cc},57 30^{cc},87.

Die Flüssigkeit I wurde zuerst eingefüllt und bei der Siedtemperatur von 99°,8 die Spannkraft ihrer Dämpfe bestimmt und diese Bestimmung am folgenden Tage bei 99°,7 wiederholt. An dem darauf folgenden Tage wurden, bei einer constanten Siedtemperatur von 99°,8, nach jedesmaligem sorgfältigem Austrocknen des Apparates, die übrigen drei Mischungen nach einander in denselben gebracht um, bei der bezeichneten Temperatur, die Spannkraft ihrer Dämpfe zu bestimmen. Der Quecksilberdruck wurde wie beim absoluten Alkohol abgelesen und von demselben der Druck der Flüssigkeit im Innern des Apparates abgezogen, wobei, unter hinlänglicher Annäherung, das specifische Gewicht der Mischung, wie oben die Ausdehnung derselben, berechnet wurde.

27. Die Beobachtungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt, wobei der Quecksilberdruck in unseren willkürlichen Scalentheilen gegeben ist.

Siedtemperatur 99°,8 C.			
Mischung.	Kleines Volumen.	Mittleres Volumen.	Grosses Volumen.
I	1002	1000	983
II	—	1833	1820
III	2298	2291	2285
IV	2713	2713	2709
Siedtemperatur 99°,7 C.			
I	998	—	977

28. Ein Blick auf diese Tafel zeigt uns, daß die Spannkraft bei größerm Dampfvolumen eine kleinere ist und daß dieser Unterschied bei den Flüssigkeiten von geringerem Alkoholgehalte stärker hervortritt. Wir werden eine genügende Erklärung dieser Thatsache darin finden, daß die übrig bleibende Flüssigkeit, um so mehr an Alkohol verliert als der Raum über derselben größer ist, in welchen Dämpfe aus ihr aufsteigen, so daß wir zu der Annahme, daß trotz aller Vorsicht dennoch Luft in der Flüssigkeit geblieben sey, die, je nachdem sie beim Kochen in einen größern oder einen kleinern Raum entweicht, nach dem Mariotte'schen Gesetze die Spannkraft der Dämpfe weniger oder mehr vermehre — unsere Zuflucht *nicht* zu nehmen brauchen.

29. Die Correction in dem Procentgehalte der jedesmaligen Mischung bei verschiedenem Dampfvolumen ist hiernach eine wesentliche, aber, selbst bei erlaubten Abkürzungen, eine etwas weitläufige.

Der Procentgehalt des jedesmaligen Dampfgewichts er giebt sich aus der Spannkraft desselben. Man findet nämlich, wenn man diese Spannkraft e und die Volumenprocente Alkoholdampf in einem solchen Gemische p nennt, und in Gemäßheit des vorigen Paragraphen 3165 für die Spannkraft der Dämpfe des absoluten Alkohols bei $99^{\circ},8\text{C.}$ nimmt:

$$p = \frac{e}{31,65}$$

und hieraus

$$\frac{p}{660} = a, \quad \frac{100 - p}{1700} = w,$$

wobei wir das Gewicht des in 100^{cc} des Dampfgemisches befindlichen Alkohol, in Grammen ausgedrückt, a und das ebenso ausgedrückte Gewicht des darin befindlichen Wassers w nennen und die Bestimmung von Gay Lussac zu Grunde legen, daß 1 Gr. Wasserdampf in der Siedtemperatur das Volumen von 1700^{cc} und 1 Gr. Alkoholdampf in derselben Temperatur das Volumen von 660^{cc} ein-

nimmt ¹⁾). Für unsern Zweck brauchen wir nur angenäherte Constanten und demnach nehmen wir, für unsere vier Mischungen, e bezüglich gleich

1000 1830 2290 2710.

Dann ergibt sich:

	Mischung:			
	I.	II.	III.	IV.
$p =$	31,59	57,82	72,35	85,62
$100 - p =$	68,41	42,18	27,65	14,38
$a =$	0,048	0,088	0,109	0,130
$w =$	0,040	0,025	0,016	0,0085

Hiernach befindet sich in den Dampfvolumen:

		10 ^{cc} , 16.	12 ^{cc} , 46.	28 ^{cc} , 76.
Alkohol	I.	0 ^{sr} ,005	0 ^{sr} ,006	0 ^{sr} ,014
	II.	—	0 ,012	0 ,025
	IV.	0 ,013	0 ,016	0 ,037
Wasser	I.	0 ,004	0 ,005	0 ,0115
	II.	—	0 ,003	0 ,007
	IV.	0 ,001	0 ,001	0 ,0025

und in den Dampfvolumen

		12 ^{cc} , 27.	14 ^{cc} , 57.	30 ^{cc} , 87.
Alkohol	III.	0 ^{sr} ,014	0 ^{sr} ,016	0 ^{sr} ,033
Wasser		0 ,002	0 ,002	0 ,005

Die Mengen der nicht verdunsteten Flüssigkeiten im Apparate betragen für die vier Mischungen (25):

	I.	II.	III.	IV.
	4 ^{cc} , 26	4 ^{cc} , 21	2 ^{cc} , 02	4 ^{cc} , 09

und darin befindet sich *Alkohol*, ausgedrückt in

Volumenprocenten	12,35	30,07	49,025	69,43
Cubikcentimetern	0,526	1,266	0,9903	2,840
Grammen	0,4167	1,0026	0,7843	2,249

und *Wasser*, ausgedrückt in Cubikcentimetern oder Grammen

	3,734	2,944	1,0297	1,250.
--	-------	-------	--------	--------

¹⁾ Die genauen Gay Lussac'schen Zahlen sind 1696 und 659. Biot *Traité de Physique* I. 298.

Nach Abzug der in Dampf übergegangenen Alkohol- und Wassermengen beträgt hiernach, in Grammen ausgedrückt, die Menge des zurückgebliebenen Alkohols und Wassers bei dem jedesmaligen kleinen, mittlern und großen Dampf-Volumen:

	I.	II.	III.	IV.
Alkohol	0,4117	—	0,7703	2,236
Wasser	3,730	—	1,0277	1,249
Zusammen	4,1417	—	1,7980	3,485
Alkohol	0,4107	0,9906	0,7683	2,233
Wasser	3,729	2,941	1,0277	1,249
Zusammen	4,1397	3,9316	1,7960	3,482
Alkohol	0,4027	0,9776	0,7513	2,212
Wasser	3,7225	2,937	1,0247	1,2475
Zusammen	4,1252	3,9146	1,7760	3,4595

30. Aus dieser Zusammenstellung berechnen sich die folgenden Gewichtsprocente Alkohol der im Apparate nach der theilweisen Verdunstung zurückgebliebenen Flüssigkeiten, neben welche wir die jedesmalige Spannkraft der darüber befindlichen Dämpfe gestellt haben.

Gewichts-Procente. Spannkraft.

Mischung I.

9,94	1002
9,92	1000
9,76	983

Mittel 9,87. 995.

Mischung II.

25,20	1833
24,97	1821

Mittel 25,08. 1827,5

Mischung III.

42,84	2298
42,78	2291
42,30	2285

Mittel 42,64. 2293¹⁾.

1) Wenn wir den jedesmaligen Procentgehalt durch x , die entsprechende

Mischung IV.

64,16	2713
64,13	2713
63,94	2709
Mittel 64,08.	2712.

31. Die Spannkraft der Dampfgemische sind in unseren willkürlichen Scalentheilen durch die Höhen von Quecksilbersäulen, welche eine Temperatur von 23° bis 25° C. hatten, ausgedrückt. Reduciren wir die Temperatur in gleicher Weise, wie wir es im vorigen Paragraphen für absoluten Alkohol gethan haben, auf 0° , so ergibt sich für die Mittel aus unsern vier Beobachtungen eine Correction von bezüglich

Spannkraft durch y bezeichnen, so geben die beiden Gränzbeobachtungen unserer vier Beobachtungs-Reihen

	I.	II.	III.	IV.
$\Delta x =$	0,18	0,23	0,54	0,22
$\Delta y =$	19	12	13	4

Wenn wir andererseits in denjenigen Punkten der Curve I, welche die vier Mittel unserer Beobachtungen darstellen, (vergl. die folgende Nummer) die Tangenten an die Curve legen, so finden wir aus der graphischen Construction, den obigen Differenzen Δx entsprechend:

$\Delta y =$	14	7	12	4
--------------	----	---	----	---

Eine größere Uebereinstimmung war nicht zu erwarten; sie würde vollständig werden, wenn wir in den beiden ersten Beobachtungen, wo die Abweichung allein vorhanden ist, in einer der äußersten Beobachtungen einen Fehler von $1\text{ mm},5$ bei der Ablesung des Quecksilberstandes annehmen.

Die Beobachtungen der 3. Reihe bieten allein eine kleine Abweichung dar, deren Grund wir darin erkennen, daß die mittlere Beobachtung eine zu kleine Spannkraft giebt. Die Interpolation giebt $5\frac{1}{2}$ Scalentheile mehr. Wir haben daher bei der Bestimmung des arithmetischen Mittels diese Interpolation zuvor gemacht, oder, was dasselbe heisst, die mittlere Beobachtung dabei unberücksichtigt gelassen.

In der eben erwähnten Uebereinstimmung finden wir unsere frühere Behauptung begründet, daß die geringere Spannkraft der Dämpfe bei größerem Dampfvolumen in den beiden ersten Beobachtungen sehr nahe, in den beiden letzten vollständig aus dem geringeren Alkoholgehalte der übrigbleibenden Flüssigkeit erklären lasse. Insbesondere folgt daraus, daß wirklich keine Luft in den Mischungen zurückgeblieben und beim Kochen aus denselben entwichen ist, oder höchstens nur ein Minimum in den beiden ersten Beobachtungen.

3,66 6,71 8,41 9,97

Scalentheilen, die von den obigen Quecksilberständen abgezogen werden müssen. Wenn wir hiernach durch 3,42 dividiren, so erhalten wir für die reducirten Quecksilberstände, in Millimeter ausgedrückt:

289^{mm},9 532^{mm},25 668^{mm},0 790^{mm},1

Wenn wir hierzu noch die Spannkraft des Wasserdampfes bei derselben Temperatur, nämlich

754^{mm},6

addiren, so erhalten wir, als endliches Resultat unserer Beobachtungen, die nachstehende Tafel. Sie giebt die Spannkraft von Gemengen von Alkohol- und Wasserdämpfen, welche bei der Temperatur von

99°,80 C.

mit einer Mischung von Alkohol und Wasser von den nebenstehenden Gewichtsprocenten Alkohol in Berührung sich befinden.

Procentgehalt.	Spannung in Quecksilberdruck.
0,00	754 ^{mm} ,6
9,87	1044 ,5
25,08	1286 ,8
42,64	1422 ,6
64,08	1544 ,7
100,00	1679 ,6

Die Curve I stellt das Gesetz dar, wie die Spannkraft von dem Procentgehalt der Flüssigkeit abhängig ist. Die Einheit der Ordinaten ist ein Centimeter, die Einheit der Abscissen ein einzelnes Alkoholprocent.

Der Alkoholgehalt in den Dämpfen ist grösser als in der Flüssigkeit. Wenn wir die vorläufigen Rechnungen der 29. Nummer nun mit den corrigirten Zahlen wiederholen, so finden wir aus den gegebenen Spannkraften die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellten Zahlenwerthe für den Alkoholgehalt der Dämpfe.

	Volumenprocente.		In 100 ^{cc} ist		Gewichtsprocente.
	Alkohol.	Wasser.	Alkohol.	Wasser.	Alkohol.
I.	31,44	68,56	56 ^{mgr} ,14	40 ^{mgr} ,33	58,19
II.	57,77	42,32	103 ,2	24 ,8	80,62
III.	72,45	27,55	129 ,3	16 ,2	88,87
IV.	85,67	14,33	152 ,9	8 ,4	94,79

Die Curve II. stellt die Gewichtsprocente Alkohol im Dampfe als Function der Gewichtsprocente Alkohol in der Flüssigkeit, mit welcher der Dampf bei 99°,8 C. in Berührung ist, dar.

Bonn, d. 30. März 1854.

(Fortsetzung folgt, der auch die erwähnten Curven beigelegt seyn werden.)

II. *Versuche über den Grad der Continuität und die Stärke des Stroms eines gröfsern magneto-elektrischen Rotations-Apparats und über die eigenthümliche Wirkung der Eisendrahtbündel in den Inductionsrollen dieser Apparate;* *von Dr. Sinsteden.*

(Schluss von S. 21.)

3.

Was nun den magneto-elektrischen Rotations-Apparat selbst anbetrifft, von dem ich in Fig. 1 und 2, Taf. I eine vielmal verkleinerte, den Apparat von oben und vorn darstellende Zeichnung, welche für sich verständlich seyn wird, gebe, so ist er in seiner Construction von dem Bd. 84, S. 181 beschriebenen wesentlich nicht verschieden. Die kreuzförmige Ankerplatte, welche dort die vier Eisenkerne trägt, ist fortgelassen, und die Kerne werden von den entgegengesetzten Polen zweier Magnete inducirt, zwischen deren Schenkeln sie liegen; wie diese Anordnung

von Woolrich und Dujardin schon früher getroffen worden ist.

Unbedingt ist diese Lage die allervortheilhafteste für die möglichst stärkste Magnetisirung der Eisenkerne: denn wie Hr. vom Kolke im 81. Bande dieser Annalen gezeigt hat, ist die Attractionskraft nicht nur stärker an den Kanten als in der Mitte der Polflächen, sondern sie ist auch an den innern sich gegenseitig zunächst stehenden Punkten der Pole hufeisenförmiger Magnete in Folge der gegenseitigen Induction der beiden Pole aufeinander am grössten. Das Verhältniß der magnetischen Intensität dieser verschiedenen Stellen der Pole und die den Magneten verstärkende Inductionswirkung eines Schenkels auf den andern hängt nach Hrn. vom Kolke von der Stärke ihres Magnetismus ab, und zwar so, daß bei schwächerem Magnetismus das Verhältniß zwischen der Stärke der unter sich am entferntesten und der sich am nächsten stehenden Polstellen grösser ist, als bei stärkerem; woraus denn folgt, daß wenn die Magnete des Rotationsapparats mit der Zeit etwas an Kraft verlieren sollten, die Magnetisirungskraft, welche sie jetzt auf die zwischen ihren Polen gelagerten Eisenkerne ausüben, nicht in demselben Maasse wie die Kraft dieser Magnete abnimmt.

So kann es daher recht wohl geschehen, daß die Inductionsrollen, nachdem die Stahlmagnete mit der Zeit etwas an Kraft verloren haben, dennoch nach wie vor fast gleich stark inducirt werden.

Die Kraft der Stahlmagnete nimmt aber bei der ihnen gegebenen Lage gar nicht ab, wenigstens hat sich eine solche Abnahme bis jetzt noch nicht bemerkbar gemacht, obgleich selbst beim Transport des Apparats Vorlegeanker an die Pole nie angelegt worden sind. Wie Fig. 1 und 2 zeigen, stehen nämlich die entgegengesetzten Pole der beiden Magnete sich nahe gegenüber, so daß sie sich dadurch gegenseitig erhalten und verstärken; und dann steht das eine Paar Eisenkerne schon theilweise zwischen den Magnetpolen, ehe das andere Paar dieselben verläßt,

so dafs die Magnetpole also beim Gebrauch des Apparats nie von den ihre Kraft ebenfalls erhaltenden weichen Eisenmassen entblöset werden. Es leuchtet ein, dafs durch diese beiden Umstände die Kraft der Magnete erhalten werden mufs. Vergl. vom Kolke, Annalen Bd. 81, S. 337 über die Zunahme der Induction durch gröfsere Eisenmassen.

Auf den ersten Blick könnte es zwar scheinen, als beeinträchtige die eben angegebene Einrichtung die Stärke der Magnetisirung des einen, den Magneten sich nähernden Eisenkernenpaars, indem die ganze Kraft der Magnete anstatt auf dieses ausschliesslich einzuwirken, sich nun auch noch auf das andere sich entfernende Eisenkernenpaar vertheilt. Allerdings wird hierdurch eine kleine Verzögerung der Magnetisirung des den Polen gegenüber tretenden Eisenkernenpaars herbeigeführt; allein wenn dieses mit einem Viertel des Umfangs der Kerne den Magnetpolen gegenüber zu stehen gekommen ist, hat das fortgehende Eisenkernenpaar diese Pole vollständig verlassen, so dafs jetzt die ganze magnetische Induction ausschliesslich auf das erste Eisenkernenpaar einwirkt.

In einer anderen Rücksicht ist aber diese Einrichtung noch von wesentlichem Nutzen; nämlich in Betracht des Magnus'schen Satzes: die magnetische Intensität nimmt zu durch das Anlegen des Ankers und bedarf einer Zeit für diese Zunahme. Verliessen die Eisenkerne zeitweise die Magnetpole ganz und gar und stellten sich ihnen in einer anderen Zeit wieder gegenüber, so würde hiernach also die Intensität der Magnete abwechselnd fallen und steigen; bei sehr schneller Rotation der Eisenkerne aber würde die zu dieser Steigerung ihrer Intensität erforderliche Zeit fehlen; es würde also zu keiner oder nur zu einer unvollkommenen Steigerung kommen. Durch die genannte Einrichtung aber wird eine gröfsere Intensität der Magnete bleibend erhalten; der die Magnetpole verlassende Eisenkern erhält ihre Intensität so lange auf gleicher Höhe, bis der auf die Pole zugehende Eisenkern so

weit vor die Pole getreten ist, daß er nun diese Intensität fort erhalten kann, worauf dann erst der erstere die Pole ganz verläßt.

Jeder der beiden Magnete aus sehr hartem, nur bis zur gelben Farbe angelassenem, englischem Gußstahl gefertigt, wiegt $17\frac{1}{2}$ Pfund und hat eine constante Tragkraft von 110 Pfund; der innere Abstand der Schenkel beträgt $3\frac{1}{2}$ Zoll, ihre Dicke von oben nach unten $2\frac{1}{4}$ Zoll.

Die aus dünnen weichen Eisendrähten bestehenden Kerne der vier Inductionsrollen sind $3\frac{1}{2}$ Zoll lang, $1\frac{1}{2}$ Zoll dick und wiegen einzeln $1\frac{1}{2}$ Pfund.

Auf jeden Kern sind 2 Pfund 1 Millimeter dicken, übersponnenen Kupferdrahts in 840 Windungen gewickelt. Diese Drahtlagen aller vier Rollen können nebeneinander verbunden werden, wo dann die Inductionsspirale ihrer Länge nach aus 840 Windungen von vierfachem Querschnitt des Drahts besteht, oder es können die zu einem Rollenpaar gehörigen Spiralen hintereinander verknüpft werden, wo dann die Inductionsspirale ihrer Länge nach aus 1680 Windungen von zweifachem Querschnitt des Drahts besteht.

Die Dicke der Magnetschenkel in der Bewegungsrichtung der Eisenkerne und der Abstand der beiden Magnete voneinander ist so geordnet, daß die Räume, welche die Eisenkerne bei ihrer Rotation sowohl den Magneten gegenüber als auch denselben nicht gegenüber, also freistehend, durchlaufen, einander gleich sind. Legt man durch den Mittelpunkt der Rotationsaxe des Inductors zwei sich kreuzende gerade Linien *ab* und *cd* Fig. 2 längs der oberen und untern Kanten der Magnetpole, so schneiden sich dieselben im rechten Winkel und theilen den Kreis, in dem die Eisenkerne rotiren, genau in vier gleiche Theile, von denen die Quadranten rechts und links die magnetischen Felder, die Quadranten oben und unten die nichtmagnetischen Felder sind.

In derselben Zeit, wo das Eisenkernenpaar 1 2 mit den vorgehenden Rändern die Magnetfelder verläßt, tritt das

Eisenkernenpaar 3 4 mit seinen vorgehenden Rändern in die Magnetfelder ein; hat das Eisenkernenpaar 1 2 das nicht-magnetische Feld ganz durchlaufen und mit seinen vorgehenden Rändern die Gränze der Magnetfelder erreicht, so hat gleichzeitig das Eisenkernenpaar 3 4 die magnetischen Felder durchlaufen und mit seinen vorgehenden Rändern die Gränzen der nicht-magnetischen Felder erreicht.

So finden bei fortdauernder Rotation in allen vier Eisenkernen in gleichen Zeiten gleich grofse und gleich dauernde magnetische Veränderungen statt. Da der Inductionsstrom in den die Eisenkerne umgebenden Spiralen nicht von der bestehenden magnetischen Intensität der Eisenkerne abhängt, sondern nur von der Gröfse der Veränderung dieser Intensität, von einem Augenblick zum andern, so wird jener Inductionsstrom ganz eine solche Beschaffenheit aufweisen, wie diese magnetische Veränderungen. Finden in jedem Augenblick der Rotation der Eisenkerne magnetische Veränderungen statt, so ist auch ein Strom in jedem Augenblick vorhanden, sind diese Veränderungen durch Ruhepunkte, worin die Intensität sich gleich bleibt, unterbrochen, so ist der Strom auch unterbrochen, sind die magnetischen Veränderungen von Augenblick zu Augenblick stark, so ist es der Strom ebenso.

Um einen ununterbrochenen und starken Inductionsstrom zu erhalten, hat man daher nur dafür zu sorgen, dafs von Augenblick zu Augenblick eine grofse magnetische Veränderung in den rationalen Eisenkernen vor sich gehe, und dafs an keiner Stelle die magnetische Intensität sich gleich bleibe.

Da sowohl die Magnete als auch die Eisenkerne eine ganz bedeutende Dicke haben, so können sie sich auch nur allmählig mit einem nach und nach gröfser werdenden Theile ihres Umfangs den Magneten gegenüberstellen und sie auch nur ebenso allmählig wieder verlassen. Und da die magnetische Induction um so gröfser ist, je mehr Punkte des zu inducirenden Kerns in gröfster Nähe einwirken, so mufs nothwendiger Weise der Magnetismus der zwischen den

Magnet-

Ma
Ze
fang
auch
wo
Dun
rats
der
find
stan
klein
pole
gebr
ihren
auf
wied
Mag
denn
dann
stand
U
der
geru
tation
wo
die
schen
treten
theil,
dieser
von
feder
wechs
Rollen
wo
Strom
tation
Pogg

Magnetschenkeln rotirenden Eisenkerne während der ganzen Zeit im Wachsen bleiben, als sich neue Punkte ihres Umfangs den Magneten gegenüberstellen, und ebenso muß auch ihr Magnetismus während der ganzen Zeit abnehmen, wo noch Punkte ihres Umfangs die Magnete verlassen. Durch die angegebenen räumlichen Verhältnisse des Apparats ist bewirkt, daß ein fortwährendes Fallen und Steigen der magnetischen Intensität der rotirenden Eisenkerne stattfindet und daß in keinem Augenblick ihr magnetischer Zustand stationär wird. Die Eisenkerne rotiren im möglichst kleinsten Kreise, so daß sie in dem Bogen den Magnetpolen nicht gegenüber nur so lange verweilen, als sie Zeit gebrauchen ihren Magnetismus zu verlieren: das ist bis zu ihrer senkrechten Stellung; danach stehen sie den Polen, auf die sie zugehen, schon so nahe, daß sie von diesen wieder kräftig inducirt werden. Ebenso verweilen sie den Magnetpolen gegenüber auch bei der schnellsten Rotation dennoch so lange, daß sie sich magnetisch sättigen können; dann aber auch nicht länger, so daß dieser gesättigte Zustand ebenfalls nicht stationär wird.

Ununterbrochen wie diese Veränderungen, ist denn auch der durch dieselben in den umgebenden Spiralen hervorgerufene Inductionsstrom. Nur in einem Punkte der Rotation tritt unvermeidlich eine Strompause ein: da nämlich, wo wegen Umkehrung der Stromrichtung in der Spirale die Zuleitungsfedern auf die isolirenden Horneinsätze zwischen den metallenen Halbringen der Commutatorwalze treten. Hier zeigt sich nun aber noch ein besonderer Vortheil, den die vier Inductionsrollen gewähren. Da nämlich dieser todte Punkt der Rotation des einen Rollenpaares 90° von dem des zweiten Rollenpaares abliegt, die Zuleitungsfedern des einen Rollenpaares also die Commutatorhalbringe wechseln, in dem Zeitpunkt, wo die Federn des zweiten Rollenpaares gerade auf der Mitte ihrer Halbringe liegen, wo kein isolirender Horneinsatz sich befindet, und der Strom am stärksten ist, so wird die durch die Commutation nothwendig bedingte Strompause des einen Rollen-

paars durch den stärksten und constantesten Strommoment des andern Rollenpaars gedeckt und ausgefüllt.

Dafs das Verschwinden des Magnetismus im weichen Eisen der Zeit bedarf, dafs dieses Verschwinden im speciellen Falle, bei den Eisenkernen des Rotations-Apparats von dem Augenblicke an, wo sie sich von den Magnetpolen abreißen, bis zu dem, wo sie eine senkrechte Stellung eingenommen haben, dauert, zeigen die oben näher beschriebenen sehr langen Oeffnungsfunken, welche den ganzen Bogen ausfüllen, den der Inductor in der angegebenen Zeit durchläuft. Ihre Länge ist die Folge der Nachwirkung des verschwindenden Magnetismus. Läßt man die Stromunterbrechung durch die intermittirende Feder später geschehen, als wo die Eisenkerne sich von den Magnetpolen abreißen, so sind die Funken und Erschütterungsschläge ziemlich gleich stark, aber die Länge der Funken nimmt immer mehr ab, je näher der senkrechten Stellung der Eisenkerne das Oeffnen geschieht, so dafs sie hier zuletzt ganz kugelig erscheinen.

Dafs ebenso die Entwicklung des Magnetismus im weichen Eisen durch Annähern an einen Magneten der Zeit bedarf, ist nicht, wie Hr. Koosen Annalen Bd. 87 S. 388 behauptet, eine Hypothese, sondern eine von Hrn. Prof. Magnus längst bewiesene Thatsache, Annalen Bd. 38 S. 417.

Ein Versuch, der die Trägheit des Eisens, Magnetismus anzunehmen, sehr deutlich zeigt, ist folgender: Ein hufeisenförmiger Elektromagnet wird mit aufrechtstehenden Polen etwa 2 Fufs vom Boden unbeweglich fest aufgestellt. Liegt nun ein Anker, der an seinen beiden Enden in der Längsrichtung mit zwei gut befestigten Handhaben versehen ist, so auf den Polen des Magneten, dafs er mit seiner untern Fläche die ganze Fläche der Pole bedeckt, und hat der erregte Magnet eine Tragkraft von etwa 200 Pfund, so wird man, über dem Magneten stehend, den Anker an den Handhaben nicht wohl abheben können. Legt man aber den Anker nur mit einem Ende

auf den einen Pol des erregten Magneten und bewegt sein anderes Ende auf den zweiten Pol stofsweise hinab, so dafs er mit seiner ganzen Fläche aufschlägt, und sogleich wieder davon zurückkehrt, mit einer Schnelligkeit, dafs auf 1 Sekunde etwa 3 Hübe kommen, so fühlt man kein erhebliches Hindernifs beim Abheben des Ankers; man kann Minuten lang diese Hebelbewegung fortsetzen, ohne dafs der Anker ein einziges Mal kleben bleibt.

Je gröfser die Masse des Ankers ist, desto länger kann man ihn auf den Polen ruhen lassen, ohne dafs er merklich festgehalten wird. Schieben und Aufsetzen des Ankers mit einer Längskante veranlafst dagegen, dafs er sogleich festgehalten wird. Will man zu dem Versuche anstatt eines Elektromagneten einen Stahlmagneten nehmen, so ist es nöthig, dafs dessen Pole nicht schnabelartig zulaufen und dafs der möglichst grofse Anker mit seiner ganzen Fläche den Polflächen anliegt. Mit einem der Stahlmagnete des Rotationsapparats von 110 Pfund Tragkraft habe ich den Versuch so angestellt, dafs ich ein Blatt Papier auf die Pole klebte, wodurch der 6 Pfund schwere Anker in einer kleinen Entfernung von den Polen gehalten wurde; wie es beim Rotationsapparat ja auch der Fall ist, dafs die Eisenkerne nicht in unmittelbare Berührung mit den Magnetpolen kommen.

Hier konnte ich bei drei Hüben in der Sekunde den Anker immer sicher ohne Anstrengung abheben.

Niederschlagen und Abheben als gleich lange dauernd angenommen, verweilte also der Anker $\frac{1}{3}$ Sekunde auf den Magnetpolen, ohne erheblich stark inducirt worden zu seyn.

Diese Zeit erscheint sehr grofs im Vergleich mit der, welche die Eisenkerne des Rotationsapparats bei ihrer Bewegung den Polen gegenüber verweilen. Nimmt man wie bei den früher mitgetheilten Versuchen eine mittlere Geschwindigkeit von 25 Umdrehungen des Inductors auf eine Sekunde, so laufen die Eisenkerne in einer Fünf und zwanzigstel-Sekunde die beiden magnetischen und die beiden nicht magnetischen Felder einmal durch, in jedem der vier Fel-

der verweilen sie also nur $\frac{1}{100}$ Sekunde. Hat nun auch der Eisenkern bedeutend weniger Masse, als der 6 Pfund schwere Anker, und berücksichtigt man auch, daß bei dem Annähern dieses Ankers an den Magneten, ihre beiderseitigen Flächen, einander gerade gegenüberstehend, sich auf einander bewegen, daß die Eisenkerne des Rotationsapparats dagegen von der Seite her, mit einem Rande voran, sich den Polen gegenüber schieben, was auch die Induction beschleunigt, so muß man sich doch gestehen, daß, da der Anker in $\frac{1}{6}$ Sekunde nur so wenig magnetisirt wurde, daß er ohne Mühe vom Magnet abgehoben werden konnte, die Eisenkerne des Rotationsapparats in $\frac{1}{100}$ Sekunde unmöglich stark magnetisirt werden können. Man sieht demnach nicht ein, wie es möglich ist, daß bei der angegebenen Schnelligkeit der Rotation des Inductors ein einigermaßen erheblicher Inductionsstrom entstehen kann. Und doch habe ich mich überzeugt, daß wenn diese Schnelligkeit von 25 Umdrehungen in der Sekunde auf 30, ja, was aber nur schwer zu bewerkstelligen war, bis auf 33 erhöht wurde, so daß also in der Minute 1500, 1800 und 2000 Umdrehungen stattfanden, der Inductionsstrom meines Apparats immer noch wuchs. — Daß Cylinder von dünnen, unter sich isolirten Eisendrähten schneller Magnetismus annehmen und verlieren, und daß der durch solche Cylinder in einer umgebenden Drahtspirale hervorgerufene Inductionsstrom schneller verläuft, als es bei massiven Eisencylindern geschieht, ist seit längerer Zeit bekannt; neuerdings aber hat Hr. Prof. Helmholtz durch Versuche nachgewiesen, daß in linearen Eisenstücken (feinsten Drähten) sich die Gleichgewichtsstände der magnetischen Vertheilung in unmeßbar kleiner Zeit herstellen, was bei soliden Stücken von beträchtlicher Ausdehnung nach drei Dimensionen niemals geschieht; — ferner, daß wenn eine, einen Eisenkern einschließende magnetisirende Spirale geöffnet wird, die Verzögerung des jetzt im Eisen verschwindenden Magnetismus desto größer ist, je dicker die Drähte, aus denen der Eisenkern besteht, sind, und daß, wenn sie aus feinstem,

sogenannten Blumendrahte bestehen, jede Spur einer Verzögerung fehlt. Es konnte zwischen solchen Drahtbündeln und einer ganz leeren Spirale kein Unterschied in dieser Beziehung gefunden werden. Vergl. Annal. Bd. 83. S. 535. Hiernach ist man wohl genöthigt, die große und bei zunehmender Beschleunigung der Rotation des Inductors immer noch wachsende Stromstärke ganz allein dem Umstande zuzuschreiben, daß die Eisenkerne meines Inductions-Apparats nicht solide Eisenstücke, sondern Drahtbündel sind.

Der Grund der Verzögerung beim Verschwinden des Magnetismus solider Eisenkerne beim Unterbrechen des magnetisirenden Stroms wird gesucht in elektrischen, im Eisencylinder selbst durch Unterbrechung des primären Stroms inducirten Strömen, welche eine gewisse Zeit dauern, und das Eisen in demselben Sinne magnetisirt erhalten, wie es der ursprüngliche Strom that. Abgesehen davon, wie man sich diese im Eisen selbst inducirten elektrischen Ströme zu denken habe, ob es Ströme um die einzelnen Eisenmolecule seyen, oder ob es ein Strom sey, in der cylindrischen Oberfläche des Kerns, welche Oberfläche dann eine einzelne sehr breite Drahtwindung repräsentirte, welche aber, nirgend wohin isolirt, der Elektricität nach allen möglichen Richtungen zu strömen gestattete, — ganz abgesehen hiervon, läßt sich zeigen, daß noch andere, viel offener daliegende Ursachen diese Verzögerung beim Verschwinden des Magnetismus solider Eisenkerne bewirken, besonders dann, wenn die Magnetisirung und Entmagnetisirung der Kerne nicht durch den Eintritt und die Unterbrechung eines elektrischen Stroms, sondern durch Annähern an einen Magneten und durch Entfernen von demselben geschieht. Wenn ein Eisenkern durch eine elektrische Spirale magnetisirt wird, so tritt die magnetisirende Wirkung überall am ganzen Umfang des Cylinders gleichzeitig auf; — beim Rotationsapparat dagegen beginnt die Einwirkung der Magnetpole auf die beiden Enden des Eisenkerns zuerst an einer kleinen Stelle, sie setzt sich nach

und nach auf einen immer größern Theil fort, bis zuletzt, wo der ganze Querschnitt des Kerns zwischen die Magnetpole zu stehen gekommen ist, jetzt erst eine über alle Theile des Kerns gleichmäfsig starke Einwirkung stattfindet. Bei diesem Hergange nun zeigt sich die magnetische Vertheilung in diesen Eisenstücken sehr verschieden, je nachdem sie massiv, oder Drahtbündel sind.

Ist die Eisenmasse nach der Längsrichtung linear getheilt und durch eine magnetisch nicht leitende Masse in sich gesondert, wie es bei dem Drahtbündel der Fall ist, so kann hier eine magnetische Vertheilung nur nach der Längsrichtung stattfinden; da nach der Dicke hin die Eisenstheile sich nicht berühren, so ist eine Vertheilung nach der Dicke hin verhindert. Das Drahtbündel ist für eine magnetische Vertheilung nach seiner Längenrichtung hin sehr disponirt, für eine transversale gar nicht. Liegt ein Drahtbündel quer über den Polen eines hufeisenförmigen Magneten, so findet man mittelst einer kleinen Magnetnadel, dafs das auf dem Nordpol liegende Ende des Bündels *seiner ganzen Dicke* nach freien Südmagnetismus und das auf dem Südpol liegende *seiner ganzen Dicke* nach freien Nordmagnetismus zeigt. Das Bündel mag dicker oder dünner seyn, es mag die Pole unmittelbar berühren oder durch ein Papierblatt von ihnen getrennt sein: von dem den Pol berührenden Randtheile des Bündels nach dem diametral entgegengesetzten findet keine magnetische Vertheilung statt; jeder Punct derselben Endfläche hat denselben Magnetismus. Bedeckt ein 5 bis 6 Drähte dicker Drahtanker die ganze Breite der Pole eines Hufeisenmagneten und nähert man diesen so einem auf dem Tische liegenden cylindrischen Eisenstäbchen, so wird diefs nicht angezogen, sondern abgestofsen, und rollt vor dem verfolgenden Drahtanker weg. Denn die Magnetpole bewirken im Drahtanker und in dem cylindrischen Eisenstäbchen eine und dieselbe Vertheilung nur nach der Längsrichtung, so dafs beide an denselben Enden denselben Magnetismus haben, sie müssen sich mithin abstofsen. — Ganz

andere verhält sich die Sache bei einem massiven Anker; bei ihm findet nicht nur eine Vertheilung nach der Längenrichtung statt, sondern auch nach seiner Dicke, von dem dem Pol anliegenden Rande nach dem vom Pol abgewandten Rande hin. Liegt ein massiver Anker auf den Polen eines Hufeisenmagneten und nähert man diesen einem zweiten massiven Anker, so wird dieser nicht abgestoßen, sondern angezogen und wenn die Anker in einem passenden Verhältnisse zur Stärke des Magneten stehen, von dem ersten Anker getragen. Denn die nahen Magnetpole bewirken in beiden Ankern aufser der longitudinalen, auch eine transversale Vertheilung, so dafs die den Magnetpolen zugewandten Ränder der Anker den entgegengesetzten Magnetismus haben, wie die abgewandten Ränder; und da der zugewandte Rand des zweiten Ankers auf den abgewandten Rand des ersten Ankers zu liegen kommt, so berühren sich an ihren beiden Enden entgegengesetzte Magnetpole, die sich also anziehen. Liegen die beiden Anker nicht aufeinander, sondern nebeneinander, so stoßen sich die vom Magneten abgewandten Ränder natürlich ab.

Hat der Anker eine bedeutende Masse und eine grofse Breite, so entzieht sich die transversale Vertheilung der Ermittlung durch die Magnetnadel, indem die nach der einen Richtung vertheilten Magnetismen durch die nach der zweiten Richtung vertheilten gebunden und neutralisirt werden. Diefes läfst sich folgendermafsen zeigen.

Stellt man auf jeden Pol eines Hufeisenmagnets ein etwa zwei Zoll langes vierkantiges Stäbchen feinen Eisens und untersucht mit einer kleinen Magnetnadel die Vertheilung des Magnetismus in denselben, so findet man, dafs die eigentlichen Pole des Magnets, über denen sich ein Eisendrähtchen in einer Glaskugel oder eine kleine Magnetnadel senkrecht zum Magnetschenkel stellt, näher an das Ende der Schenkel gerückt sind. Führt man diese Nadel über die Pole hinauf, so neigt sich die Spitze und zeigt auf die äufserste Kante des Magnetpols; rückt man

mit derselben noch etwas höher, immer mit der Spitze der Nadel ganz nahe an dem Schenkel bleibend, so macht sie eine kleine horizontale Schwankung, zum Zeichen, daß sie vom untersten Ende des Eisenstäbchens abgestoßen wird, und schnellt dann plötzlich mit der Spitze nach oben. Hier steht sie ohne Schwankung wieder ganz fest und bis an das oberste Ende des Stäbchens geführt, wird immer derselbe Pol der Nadel kräftig angezogen. Dasselbe Ende der Nadel, welches dem Magnetschenkel zugekehrt ist, bleibt also auch dem auf den Schenkel gestellten Eisenstäbchen von unten bis oben zugekehrt, wie dieß die Herrn v. Rees und Tyndall angegeben haben; allein dem untersten etwa 1 bis 2 Linien langen Theile des Eisenstäbchens gegenüber, schwankt dieß Ende der Nadel seitlich hin und her; man ist nicht im Stande, die Nadelspitze mit diesem untersten Theil des Stäbchens in Berührung zu bringen: führt man sie etwas zu niedrig, so wird sie von der Kante des Magnetpols ergriffen, führt man sie etwas zu hoch, so schnellt sie aufwärts und wird von dem Theil des Eisenstäbchens erfaßt, der dicht über dem 1 oder 2 Linien langen untersten Ende liegt. Dieses unterste Ende des Stäbchens hat also den entgegengesetzten freien Magnetismus des Magnetschenkels, auf dem es steht, von hier ab bis zu seinem Ende den gleichen freien Magnetismus des Schenkels. Wären die Eisenstäbchen auf die Magnetpole aufgeschweisst, oder könnte man dieselben so innig in gegenseitige Berührung und Verbindung bringen, wie zwei Bleicylinder, die man mit frischen Schnittflächen unter einem starken Druck und einer kurzen Drehung so fest vereinigen kann, daß sie ein wirkliches Continuum bilden, so würde in dem untersten Theil des Eisenstäbchens keine Spur des dem Magnetpol entgegengesetzten freien Magnetismus zu finden seyn; der durch den Pol im Eisenstäbchen vertheilte Magnetismus würde, was den mit dem Pol gleichnamigen Theil betrifft, im ganzen Stäbchen frei bleiben, und was den ihm ungleichnamigen Theil betrifft, vom

Pol vollständig gebunden seyn, so dafs er gar nicht nach aufsen wirkte.

Legt man zwischen Magnetpol und Eisenstäbchen ein Stück Papier, so rückt die Indifferenzlinie im Eisenstäbchen weiter nach oben; es wird die Strecke, wo der dem Magnetpol entgegengesetzte Magnetismus frei bleibt, gröfser. Dasselbe ist der Fall, wenn das Eisenstäbchen nicht mit seiner ganzen Querschnittsfläche auf dem Pol steht, sondern konisch zulaufend, ihn mit einer kleineren Fläche berührt, wodurch also auch die Bindung vermindert wird.

Füllt man den Raum zwischen den beiden auf den Polen aufrecht stehenden Stäbchen durch hotizontal dazwischen gelegte Stäbchen aus, so werden letztere durch die Einwirkung der erstern polarisch und sie binden gegenseitig ihren freien Magnetismus, aber nicht so vollständig, wie wenn das ganze System von Stäbchen ein gleichgeformtes einziges massives Eisenstück wäre, weil bei den Stäbchen die Eisentheilchen sich gegenseitig nicht so vollkommen berühren; es bleibt daher in dem Stäbchensystem, wie man durch die Untersuchung mit einer kleinen Magnetnadel findet, an der obern, dem Nordpole des Magnets entfernter gegenüberliegenden Kante Nordmagnetismus frei, an der dem Südpol gegenüberliegende Kante Südmagnetismus; die beiden unteren Kanten des Systems haben umgekehrten Magnetismus, nämlich die dem Nordpol anliegende Kante Südmagnetismus, die dem Südpol anliegende, Nordmagnetismus.

Wenn also an dem massiven parallelepipedischen Anker durch eine kleine Magnetnadel neben der longitudinalen, die transversale Magnetisirung nicht deutlich nachgewiesen werden kann, so liegt das nicht darin, dafs bei ihm eine solche Magnetisirung, wie in dem Stäbchensystem, etwa nicht stattfände, sondern darin, dafs die an den vier Kanten wirklich vorhandenen entgegengesetzten Magnetismen gebunden sind, und nun nicht nach aufsen wirken.

Aus diesen Versuchen geht nun hervor, dafs wenn ein

dickes Drahtbündel auf, oder mit einem kleinen Abschnitt seines Umfangs zwischen den Polen eines Hufeisenmagnets liegt, daß dann das dem Nordpol anliegende Ende seiner ganzen Dicke nach südpolarisch, und das dem Südpol anliegende seiner ganzen Dicke nach nordpolarisch ist, daß dagegen ein so gelagerter massiver Eisencylinder, an der von den Polen entfernt liegenden Längs-Seite umgekehrt so polarisirt ist, wie an der zwischen den Magnetpolen liegenden Seite.

In der angegebenen Lage zu den Magnetpolen bildet das Drahtbündel eine Sammlung von Magneten, die alle nur nach einer und derselben Richtung magnetisirt sind; das solide Eisenstück dagegen stellt ein System von vier Magnetstäben dar, die mit entgegengesetzten Polen zu einem Viereck zusammengelegt sind und so einen *geschlossenen* Magneten bilden. Die Eigenthümlichkeit geschlossener Magnete oder magnetisirter Eisenstücke, ist die, daß sie remanenten Magnetismus lange bewahren. An einem Elektromagneten bleibt der anliegende Anker, nachdem der magnetisirende Strom aufgehört hat, mit bedeutender Kraft hängen; ebenso erhält sich remanenter Magnetismus in einem mit einem gut schließenden Anker versehenen Eisenbügel, der durch Streichen an einem Stahlmagneten magnetisirt worden ist. Dieses verschiedenartige Verhalten der Eisendrahtbündel und der soliden Eisenkerne zeigt sich beim Rotationsapparat von sehr bedeutendem Einfluß auf den zu erregenden Inductionsstrom, sowohl dann, wenn die Kerne aus den Magnetschenkeln heraus-, als wenn sie zwischen dieselben hineintreten. Bei den Drahtbündelkernen findet in beiden Fällen das ganz einfache Verhältniß statt, daß der Magnetismus in ihnen ab- und zunimmt, ein je größerer Abschnitt ihres Umfangs resp. aus den Magnetschenkeln heraus oder zwischen dieselben hineintritt; so wie die Kerne die Magnetpole ganz verlassen, verschwindet auch in ihnen sogleich aller Magnetismus, bis auf den nicht in Betracht kommenden permanenten Magnetismus, der bei sehr weichen Eisendrähten unbedeutend ist, und der über-

dies bei jedem Wechsel der Pole sich umkehrt. Entgegengesetzte Magnetismen kommen an einem und demselben Ende der Drahtbündel nicht vor; es kann also auch eine gegenseitige Bindung hier nicht vorkommen, zumal eine Berührung der einzelnen Drähte unter sich nicht stattfindet; da vielmehr alle Drähte an demselben Ende denselben Magnetismus haben, so verjagen sie gegenseitig ihren Magnetismus, sobald die Einwirkung der Magnetpole aufhört. Der massive Eisenkern dagegen hat nur so lange als er ganz zwischen den Magnetschenkeln steht, an seinem einen Ende Nord- an dem andern Ende Südmagnetismus; sobald der größte Theil seines Dickendurchmessers aus den Magnetschenkeln heraussteht, tritt neben der longitudinalen auch noch die transversale Vertheilung in ihm auf, und verläßt er nun die Magnetpole ganz, so kann sein Magnetismus nicht sogleich verschwinden, weil der Eisenkern jetzt an sich, wie oben gezeigt, vergleichsweise einen geschlossenen Magneten darstellt, der einen großen Theil remanenten Magnetismus dauernd behält.

Beim Verlassen der Pole wird also dieser Kern in der umgebenden Spirale einen schwächern Strom erregen, als das Drahtbündel, einmal weil er jetzt noch Magnetismus behält, also weniger verliert, als das Drahtbündel, und dann auch, weil er diefs Wenigere mit längerem Zögern verliert, indem die entgegengesetzt magnetisirten Eisentheilchen in ihm gegenseitig ihren Magnetismus festzuhalten, und nicht wie im Drahtbündel zu vertreiben streben. Diefs ungünstige Verhältniß besteht die ganze Zeit hindurch von da, wo der solide Kern den einen Magneten verläßt, bis da, wo er dem zweiten Magneten gegenüber zu treten begonnen hat. Verläßt das Ende *a* des Eisenkerns den Nordpol des einen Magneten, so ist der vorgehende Rand dieses Endes nordpolarisch, der nachfolgende südpolarisch; diese Vertheilung wird durch die Einwirkung des verlassenen Magneten so lange erhalten, als der Kern eben diesem Magneten näher ist, als dem zweiten; tritt er dem zweiten Magneten, der dem ersten mit entgegengesetzten

Polen zugekehrt liegt, näher, so wird er jetzt von diesem ganz in derselben Weise magnetisirt erhalten, wie vorher vom ersten Magneten; denn der vorgehende, also nordpolare Rand des Kernendes a , tritt gegen den Südpol des zweiten Magneten und dieser Südpol verstärkt jetzt den Nordmagnetismus des vorgehenden und den Südmagnetismus des nachfolgenden Randes von a ; und so verhält es sich mit dem ganzen Kern. — Außerdem, daß der solide Kern schon an sich remanenten Magnetismus behält, wenn er den einen Magneten verläßt, wird er auch noch bei seiner Bewegung durch das ganze nicht magnetische Feld sowohl von dem Magneten, den er verläßt, als auch von dem, auf den er zugeht, ganz in einem und demselben Sinne magnetisirt erhalten.

Während der bezeichneten Bewegung der soliden Eisenkerne findet also gerade das Gegentheil von dem Vorgange statt, den zu bewirken Herr Prof. Poggendorff Annal. Bd. 85, S. 155 zur Erlangung einer kräftigsten Inductionswirkung bei elektromagnetischen Apparaten empfiehlt, und der darin besteht, daß man einen geschlossenen Magneten anwendet, zugleich aber den ihn magnetisirenden Strom abwechselnd immer umkehrt. Der solide Eisenkern des Rotationsapparats stellt für sich einen solchen, remanenten Magnetismus behaltenden, Magneten dar; aber er wird, von einem Magneten zum andern gehend, nicht abwechselnd immer im umgekehrten Sinne, sondern im gleichen Sinne magnetisirt: der Magnet, auf den er zugeht, erhält in ihm dieselbe Magnetisirung, die er von dem eben verlassenen Magneten erhalten hatte, so lange, als er nur noch erst mit einem Theil seines vorgehenden Randes zwischen seine Schenkel zu stehen gekommen ist. Von hier an, bis wo er mit seinem ganzen Umfang zwischen die Magnetschenkel getreten ist, ist dagegen der solide Eisenkern gegen das Drahtbündel offenbar im Vortheil, weil er jetzt sehr schnell zum großen Theil nicht bloß aus dem indifferenten in den magnetischen, sondern aus einem schon magnetischen in den entgegengesetzt magnetischen Zustand

übergeht: der nachfolgende südpolare Rand des obigen Kernendes *a* wird jetzt nämlich von dem Südpol des zweiten Magneten plötzlich in den nördpolaren Zustand überzugehen gezwungen.

Aber dieser Vorthail, den der massive Eisenkern in der kurzen Zeit gewährt, wo er ganz zwischen die Magnet-schenkel tritt, wird durch die lang dauernde Verzögerung des Verschwindens des Magnetismus von ihm, wenn er die Pole verläßt, um so mehr aufgewogen, als der durch das Verschwinden des Magnetismus erregte Stromtheil der wesentlichste, der durch das Magnetischwerden hervorgerufene, der schwächere ist.

III. *Untersuchungen an Mineralien der Sammlung des Hrn. Dr. Krantz in Bonn;* *von H. Dauber.*

Seit längerer Zeit in der reichhaltigen Mineralienniederlage des Hrn. Dr. Krantz in Bonn beschäftigt und von demselben in meinen Bemühungen freundlich unterstützt, habe ich eine Reihe ganz interessanter krystallographischer Beobachtungen zu machen Gelegenheit gehabt, von denen ich einige, welche ich für neu halte, hier in Kürze mitzutheilen mir erlaube.

1. *Enargit* von Peru (Breithaupt in Pogg. Ann. Bd. LXXX, S. 383). Einige Stückchen dieses merkwürdigen Minerals verdankt Hr. Dr. Krantz der Güte des Entdeckers. In Drusenräumen derselben finden sich neben Tennantit und Kupferkies kleine Krystalle von höchstens 2 Millim. Durchmesser, ihrer Hauptform nach immer ein rhombisches Prisma *g* (Fig. 1 Taf. II) mit gerader Endfläche *c* darstellend. Den Winkel dieses Prisma, nach welchem das Mineral sehr leicht zu spalten ist, giebt Breithaupt zu $81^{\circ} 49'$ an. Ich erhielt

an verschiedenen Krystallen oder an verschiedenen Kanten eines und desselben Krystalls

für den stumpfen Prismenwinkel 1)		für den spitzen
81°	41'	98° 22'
81	41	98 5
81	50	98 3
82	6	98 1
82	10	97 58
82	13	97 55
82	18	97 53
82	19	97 52
82	20	97 45
82	23	97 36
82	23	97 33
		97 31

woraus die mittleren Werthe $82^{\circ} 7,6$ und $97^{\circ} 52,8$ hervorgehen.

Von den untergeordnet auftretenden Flächen anderer Zonen schienen die eines Brachydiagonalprisma s vermöge ihrer Ebenheit am meisten geeignet das zweite Element zur Bestimmung der Grundform zu liefern. Es fand sich aber

$$sc = 39^{\circ} 28' 2)$$

$$39 \quad 29$$

$$39 \quad 29 \quad (\text{aus } sg = 65^{\circ} 19' \text{ für } gg' = 97^{\circ} 53')$$

$$39 \quad 34 \quad (\text{aus } sg' = 65^{\circ} 16' \text{ für } gg' = 97^{\circ} 53')$$

$$39 \quad 36$$

$$39^{\circ} 31' \quad (\text{Mittel}).$$

Diese Data führen zu dem Axenverhältniſs

$$a : b : c = 0,8711 : 1 : 0,8248 \quad \text{näherungsweise}$$

$$= 0,87178 : 1 : 0,82375 = \sqrt{\frac{1}{25}} : \sqrt{\frac{1}{19}} : \sqrt{\frac{1}{28}}.$$

Auſſer den genannten Formen ſind noch die folgenden als zuverlässig beſtimmt anzusehen

- 1) Die angeführten Winkel ſind ſtets die der Flächennormalen.
- 2) Auch die Reſultate und alle im Verlauf dieſer Arbeit gelten entweder für verſchiedene Krystallindividuen oder für verſchiedene Kanten eines und deſſelben.

	Berechn. ¹⁾	Beob.
$k = a : \infty b : c$	$kc = 43^\circ 23'$	$43^\circ 39'$
$m = a : \infty b : 2c$	$mc = 62 \quad 7$	$61 \quad 36$
		$61 \quad 53$
		$62 \quad 53$
$n = a : \infty b : \frac{1}{2}c$	$nc = 25 \quad 17$	$25 \quad 32$
$o = a : b : c$	$oc = 51 \quad 25$	$50 \quad 52$
		$52 \quad 4$
$p = a : b : \frac{1}{2}c$	$pc = 32 \quad 5$	$32 \quad 27$
$a = a : \infty b : \infty c$		
$b = \infty a : b : \infty c$		

k und a mit g , c und s die gewöhnlichsten Combinationen bildend, b , m , n , o , p seltener und zum Theil nur bei sehr aufmerksamer Beobachtung zu entdecken ²⁾. Die verticalen Flächen sind sämmtlich in dieser Richtung stark gereift, s und c eben und scharfe Bilder reflectirend, c mitunter zart gereift nach der Makrodiagonale.

2. *Kataplejit* von Brevig in Norwegen. (Weibye und Sjögren in Pogg. Ann. LXXIX, S. 300). Die sehr seltenen Krystalle gehören dem hexagonalen System an und sind kurze Prismen a (Fig. 2 Taf. II) mit der Endfläche c und drei Pyramiden o , p , x , deren Axen sich wie 1:2:4 verhalten und von denen die mittlere vorzuherrschen pflegt. Die Theilbarkeit ist deutlich nach a , weniger deutlich nach p , undeutlich nach o . Eine Verschiedenheit nach den beiden rhomboëdrischen Hälften einer jeden Pyramide wurde

1) Für das Axenverhältniß

$$a : b : c = \sqrt{\frac{1}{33}} : \sqrt{\frac{1}{19}} : \sqrt{\frac{1}{25}}$$

2) Zweifelhaft geblieben sind mir die verticalen Prismen

$$a : \frac{1}{2}b : \infty c$$

$$a : 2b : \infty c$$

$$a : 3b : \infty c$$

ein viertes Prisma der Makrodiagonale $52^\circ 45'$ gegen c geneigt, wahrscheinlich

$$a : \infty b : \frac{1}{2}c$$

und eine Fläche in der Zone sg , nach einer sehr unvollkommenen Beobachtung vielleicht

$$a : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c$$

nicht wahrgenommen. Der Endfläche parallel findet sehr gewöhnlich Zusammensetzung statt.

Die an nur zwei Krystallen *A* und *B* vorgenommenen Messungen gaben theils direct, theils durch Vermittelung anderer Winkel, welche dann hinzugesetzt sind, für die Neigung *pc* die nachstehenden Resultate.

$$A. 56^{\circ} 48' \quad p_1 a'' = 65^{\circ} 16' 1)$$

$$B. 56 \quad 58 \quad p'' a' = 65 \quad 13$$

$$A. 56 \quad 59 \quad p'' p_1 = 86 \quad 52$$

$$A. 57 \quad 8 \quad a' p_1 = 32 \quad 52$$

$$A. 57 \quad 11 \quad p_a c'$$

$$A. 57 \quad 12 \quad p, c'$$

$$A. 57 \quad 15 \quad p'' a'' = 32 \quad 45$$

$$A. 57 \quad 15 \quad p_a a'' = 32 \quad 45$$

$$A. 57 \quad 15 \quad p' a' = 32 \quad 45$$

$$A. 57 \quad 16 \quad p' c$$

$$B. 57 \quad 25 \quad p'' a'' = 32 \quad 35$$

$$B. 57 \quad 25 \quad p'' c$$

$$B. 57 \quad 28 \quad p_a a'' = 32 \quad 32$$

$$B. 57 \quad 28 \quad p, a' = 32 \quad 32$$

$$A. 57 \quad 28 \quad p' c$$

$$B. 57 \quad 29 \quad p' a' = 32 \quad 31$$

$$A. 57 \quad 32 \quad p' p'' = 49 \quad 54$$

$$B. 57 \quad 32 \quad p' p'' = 49 \quad 54$$

$$B. 57 \quad 43 \quad o' c = 38 \quad 22$$

$$B. 57 \quad 45 \quad p' c$$

Aus dem Mittelwerthe $pc = 57^{\circ} 19,6$ ergibt sich das Axenverhältniß

$$a : c = 1 : 1,5593 \text{ wofür ich substituire}$$

$$1,56125 = 4\sqrt{\frac{1}{3}} : \sqrt{13}$$

indem ich dem entsprechend annehme

$$oc = 37^{\circ} 58',5 \quad pc = 57^{\circ} 21',5 \quad xc = 72^{\circ} 14',5.$$

- 1) Die Indices, welche für Flächen der oberen Krystallhälfte oben, für andere unten neben die Flächenzeichen gesetzt sind, bezeichnen verschiedene durch die verticalen Hauptschnitte gebildete Winklräume vom positiven nach rechts gezählt.

3. *Kupferwismuthglanz* von Schwarzenberg in Sachsen. (R. Schneider in Pogg. Ann. Bd. XC, S. 166). Die lang prismatischen Krystalle dieses früher für Wismuthglanz gehaltenen Minerals sind gewöhnlich an den Enden verbrochen. Doch war ich so glücklich einmal auch einen vollkommen deutlich ausgebildeten, obwohl fast mikroskopischen Krystall auf einen grösseren aufgewachsen zu entdecken.

Dieser Krystall zeigt ausser dem stark gefurchten verticalen rhombischen Prisma g (Fig. 3 Taf. II) $= a : b : \infty c$ und der Abstumpfung dessen vorderer stumpfer Seitenkante $a = a : \infty b : \infty c$ noch zwei Prismen der Makrodiagonale $d = a : \infty b : c$ und $k = 3a : \infty b : c$. Richtung des deutlichsten Blätterdurchganges ist a wie es scheint. Gewissheit habe ich darüber nicht erlangt, weil der geringe kaum $\frac{1}{3}$ Mllm. betragende Durchmesser des Krystalls ein Experimentiren nicht erlaubt.

Den Winkel des Verticalprisma fand ich durch fünf von einander unabhängige Beobachtungen ¹⁾ schwankend zwischen $77^\circ 10'$ und $77^\circ 30'$ im Mittel

$$= 77^\circ 18'.$$

Die übrigen noch erhaltenen Resultate sind von sehr ungleichem Werth, so dass ich es für nöthig halte einem jeden die grösste Differenz unter den 5 bis 10 Repetitionen beizufügen, als deren Mittelwerthe sie zu betrachten sind

ad	$= 51^\circ 11'$	Diff. 20'
$a'd'$	$= 51$	" 80
ak	$= 74 44$	" 13
$a'k'$	$= 74 52$	" 18
$g'k'$	$= 78 9$	" 13
$g''k'$	$= 101 47$	" 5
$g''k'$	$= 77 38$	" 60
$g'k'$	$= 102 12$	" 32

Die grösste Wahrscheinlichkeit hat offenbar die mittlere Neigung $ak = 74^\circ 48'$ für sich. Daraus ist $ad = 50^\circ 49'$

1) Zum Theil an anderen verbrochenen Exemplaren.

und mit Zuziehung von $gg'' = 77^\circ 18'$, $kg = 78^\circ 11'$ recht gut im Einklang mit den gemachten Beobachtungen. Das Axenverhältniß

würde erfordern $ad = 50^\circ 46'$, $ak = 74^\circ 46,5$, $gg''' = 77^\circ 9,6$

4. *Wöhlerit* von Brevig in Norwegen. Auch für diese Bestimmung stand mir nur ein einziger aber ausgezeichnete Krystall von 8 bis 12 Millim. Durchmesser zu Gebote, dessen in Fig. 4 Taf. II. dargestellte Combination folgende rhombische Formen enthält:

$$a = a : \infty b : \infty c$$

$$b = \infty a : b : \infty c$$

$$n = \frac{1}{2} a : b : \infty c$$

$$m = a : b : \infty c$$

$$g = 2a : b : \infty c$$

$$h = 3a : b : \infty c$$

$$k = a : \infty b : c$$

$$d = \frac{1}{3} a : \infty b : c$$

$$x = a : b : c$$

$$o = a : \frac{1}{2} b : c$$

$$p = \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c$$

$$i = \frac{1}{3} a : \frac{1}{4} b : c$$

Zur besseren Uebersicht der Zonenverhältnisse sind in Fig. 5 Taf. II nach der von Neumann²⁾ gegebenen Methode die Flächennormalen und Zonenebenen auf a projicirt.

Rücksichtlich der Messungen ist zu bemerken, daß die Flächen, obwohl glänzend genug um die Anwendung des Reflexionsgoniometers zu gestatten, doch oft mehrere Bilder reflectirten. Aber auch, wo dieß nicht der Fall war, zeigten sich die Winkel sehr wenig harmonirend und nur durch grofse Vervielfältigung der Beobachtungen, für welche in der reichen Entwicklung des Systems glücklicherweise die Möglichkeit gegeben war, konnten brauchbare

1) Die Flächen b , d , p schienen unvollkommenen Blätterdurchgängen zu entsprechen.

2) Beiträge zur Krystallonomie.

Data zur Berechnung der Grundform gewonnen werden. Ich führe dieselben im Detail hier an, damit sie bei künftigen Untersuchungen wieder mit benutzt werden können.

I. Verticale Zone.

	Beob.	Reduc. auf die Neig. am.
$a n' = 27^{\circ} 5'$		$45^{\circ} 39'$
$b n' = 63 \quad 9$		$45 \quad 21$
$a m = 44 \quad 36$		$44 \quad 36$
(*) $b m = 44 \quad 54$		$45 \quad 6$
(*) $a' m' = 45 \quad 10$		$45 \quad 10$
$b m' = 45 \quad 18$		$44 \quad 42$
(*) $a g = 63 \quad 43$		$45 \quad 21$
(*) $b g = 26 \quad 30$		$45 \quad 5$
$a' g' = 63 \quad 48$		$45 \quad 28$
$b g' = 26 \quad 30$		$45 \quad 5$
$a h' = 72 \quad 21$		$46 \quad 20$
$b h' = 18 \quad 45$		$44 \quad 29$

II. Brachydiagonalzone').

	Beob.	Reduc. auf die Neig. ak.
$a d = 41^{\circ} 25'$		$69^{\circ} 18'$
$a' d' = 42$		$69 \quad 41$
$a' d = 138$		$69 \quad 41$
$a k = 69 \quad 26$		$69 \quad 26$
(*) $a' k' = 70 \quad 20$		$70 \quad 20$
$a' k = 110 \quad 16$		$69 \quad 44$
$a k' = 108 \quad 45$		$71 \quad 15$
(*) $k k' = 39 \quad 45$		$70 \quad 8$

III. Brachydiagonale Polkantenzone von o.

	Beob.	Reduc. auf die Neig. oa.
(*) $o o' = 32^{\circ} 17'$		$73^{\circ} 52'$
$o a = 73 \quad 6$		$73 \quad 6$
$o' a' = 74 \quad 16$		$74 \quad 16$

*) Ein Sternchen bezeichnet die nach der Beschaffenheit der Flächen besseren Beobachtungen.

1) Deren Axe ausnahmsweise als Queraxe angenommen ist.

	Beob.	Reduc. auf die Neig. oa .
oa'	$= 106\ 29$	$73\ 31$
$a'p'$	$= 49\ 50$	$74\ 17$
ap	$= 49\ 15$	$73\ 58$

IV. Makrodiagonale Polkantenzone von o .

	Beob.	Reduc. auf die Neig. ob .
(*) ok	$= 33^\circ\ 24'$	$56^\circ\ 36'$
(*) $o'k$	$= 33\ 46$	$56\ 14$
ob	$= 55\ 57$	$55\ 57$
$o'b$	$= 55\ 53$	$55\ 53$

Ordnet man die unter I. enthaltenen Werthe ma nach zunehmender Größe, so überzeugt man sich bald, daß die Beobachtung $a'h'$ zu verwerfen ist. Mit ihr muß aber nothwendig auch bh' ausfallen und es bleiben 10 Werthe übrig zwischen den Grenzen $44^\circ\ 36'$ und $45^\circ\ 39'$, aus welchen

$$ma = 45^\circ\ 9',3$$

gefunden wird, ein Resultat, welches einiges Vertrauen zu verdienen scheint, weil die Beobachtungen III. und IV. einen nicht sehr verschiedenen Werth ($45^\circ\ 0'$) ergeben, welches aber jedenfalls ungleich zuverlässiger ist wie das für die Neigung ak aus dem Beobachtungscomplex II. hervorgehende.

Um eine annähernd gleiche Genauigkeit auch für die Bestimmung des Winkels ak zu erzielen, scheint es deshalb gerathen aus den unter III. und IV. befindlichen Beobachtungswerthen für die Annahme $am = 45^\circ\ 9'$ die entsprechenden Werthe ak zu berechnen und mit denen unter II. in eine Reihe zu vereinigen wie folgt.

$$ak = 69^\circ \quad \text{aus } oa = 73^\circ\ 6'$$

$$69\ 18'$$

$$69\ 26$$

$$69\ 41$$

$$69\ 41$$

$$69\ 44$$

$$69\ 48$$

$$oa' = 106\ 29$$

(*)	70	8		
	70	18	$o'b = 55$	53
	70	21	$lob = 55$	57
(*)	70	20		
(*)	70	24	$oo' = 32$	17
(*)	70	34	$o'k' = 33$	46
	70	37	$ap = 49$	15
(*)	70	51	$ok = 33$	24
	71	9	$a'p' = 49$	50
	71	15		

Das Mittel aus allen diesen Beobachtungen würde seyn $ak = 70^\circ 9'$. Bei ausschließlicher Berücksichtigung des eingeklammerten Theiles der Reihe, in welchen sich die besseren Beobachtungen auffallend zusammendrängen, erhält man hingegen

$$ak = 70^\circ 27'$$

und diesem Resultat glaube ich den Vorzug geben zu müssen.

Alsdann ist

$$a : b : c = 1 : 0,9948 : 0,3551 \text{ genähert dem Verhältnifs}$$

$$1 : 0,99216 : 0,35355 = 8 : 3\sqrt{7} : 2\sqrt{2}$$

welches erfordert

$$am = 45^\circ 13,5 \quad ak = 70^\circ 32' 1).$$

5. Kieselzinkerz (Vgl. G. Rose in Pogg. Ann. LIX.).

Unter einer gröfseren Sendung schöner Altenberger Vorkommnisse befanden sich einige Stücke mit sehr deutlich hemimorphen Krystallen, welche überdies durch den Reichtum ihrer Combinationen in hohem Grade meine Aufmerksamkeit erregten. Bei einer genaueren Untersuchung fanden sich an diesen Krystallen nicht nur sämtliche überhaupt bisher bekannten einfachen Formen des Kieselzink-

1) Die Neigungen von i und x sind

Beob.	Berech.
$bi = 45^\circ 42'$	$45^\circ 39'$
$ai = 59 \quad 3$	$58 \quad 39$
$kx = 17 \quad 15$	$18 \quad 34$

Das Octaëder x bildet nur eine ausserordentlich schmale Abstumpfung der Kante ko , doch scheint die Bestimmung sicher wegen ihrer Einfachheit.

erzes mit Ausnahme von $\frac{1}{2}f = \infty a : 2b : c$ und $x = a : \frac{1}{2}b : c$ sondern noch ein drittes Querprisma $\frac{1}{2}d = 3a : \infty b : c$ und fünf neue Octaëder, nämlich:
 $h = a : b : c$, die von G. Rose hypothetisch gewählte Grundform, nur einmal aber vollkommen deutlich als Zuschärfung der brachydiagonalen Polkanten von s an dem sonst so flächenarmen antilogen Krystallende beobachtet,

	Beob.	Berechn. ¹⁾
$hs = 16^\circ 33'$		$16^\circ 59'$
$hs_{III} = 61 \quad 28$		$61 \quad 14$
$hg = 52 \quad 13$		$52 \quad 11$

$e = a : b : \frac{1}{2}c = 112$ (nach Miller's abgekürzter Bezeichnung, welche sich für Zonenausdrücke sehr empfiehlt) als sehr schmale Abstumpfung der Kante $df = (101.0\bar{1}1)$ in der Zone $\frac{1}{2}d'f = (103.0\bar{1}1)$

	Beob.	Berechn.
$ef = 19^\circ 34'$		$20^\circ 25'$
$19 \quad 57$		
$21 \quad 9$		
$ed = 17 \quad 51$		$19 \quad 15$
$17 \quad 51$		
$20 \quad 2$		
$\frac{1}{2}de = 14 \quad 13$		$13 \quad 57$
$14 \quad 44$		

$m = \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}b : c = 231$ als Abstumpfung der Kante $sb = (211.010)$ in der Zone $3fn = (031.431)$

	Beobachtet	Berechnet
$mb = 48^\circ$		$47^\circ 52'$
$ms = 25 \quad 13'$		$25 \quad 21$
$mn = 19 \quad 33$		$19 \quad 28$
$3fm = 34 \quad 53$		$35 \quad 4$
$dm = 45 \quad 27$		$45 \quad 34$

$o = a : b : \frac{3}{2}c = 332$ in den Zonen $3d \quad 3f = (301.031)$ und $3d'f = (\bar{3}01.011)$

1) Für das weiter unten mit Wahrscheinlichkeit nachgewiesene Axenverhältnis $a : b : c = \sqrt{\frac{2}{3}} : \sqrt{\frac{1}{3}} : \sqrt{\frac{1}{2}}$

Beobachtet	Berechnet
$3do = 33^{\circ} 7'$	$33^{\circ} 9'$
$3fo = 40 \quad 40$	$40 \quad 57$
$\quad \quad 40 \quad 54$	
$do = 29 \quad 44$	$29 \quad 44$
$so = 13 \quad 22$	$13 \quad 21$

$q = a : \frac{1}{2} b : \frac{1}{3} c = 143$ als Abstumpfung der Kante $fs = (011.121)$ in der Zone $\frac{1}{2} db = (103.010)$

Beobachtet	Berechnet
$f q = 11^{\circ} 31'$	$11^{\circ} 59'$
$\quad \quad 11 \quad 41$	
$\quad \quad 11 \quad 50$	
$\frac{1}{2} d q = 31 \quad 33$	$31 \quad 55$
$b q = 58 \quad 17$	$58 \quad 5$

Der Zusammenhang dieser Formen unter einander und mit den schon bekannten ²⁾ ist aus den Figuren 6 und 7 ersichtlich.

Die Flächen o und m wurden an deutlich hemimorphen durch Vorherrschen von b tafelfartigen farblosen Krystallen beobachtet und zwar an deren analogem Ende, während das antiloge in den meisten Fällen nur s zuweilen untergeordnet noch z , einmal die Grundform h , nie eine Spur von Prismenflächen zeigte. Die Flächen e und q fanden sich an schwach gelb gefärbten Krystallen des gewöhnlichen Vorkommens, welche bis auf die vorwaltend aus $3d$

1) Im Mittel aus 7 Resultaten an verschiedenen Krystallen zwischen den Grenzen $32^{\circ} 59'$ und $33^{\circ} 22'$.

2) Unter diesen ist ein von Mohs angeführtes Octaëder $y = \frac{1}{2} a : \frac{1}{2} b : c$ (mit Beibehaltung von Rose's Grundform) von G. Rose nicht beobachtet. Es scheint deshalb nicht überflüssig zur Bestätigung der Mohs'schen Bestimmung einige gemessene Winkel herzusetzen.

Beob.	Berechn.
$y d = 37^{\circ} 59'$	$37^{\circ} 58'$
$\quad \quad 37 \quad 59$	
$3 d y = 24 \quad 31$	$24 \quad 30$
$\quad \quad 24 \quad 31$	
$\quad \quad 24 \quad 43$	
$y g = 27 \quad 39$	$27 \quad 42$
$\quad \quad 27 \quad 48$	

und 3f bestehenden Enden mit einander verwachsen zu sein pflegen.

Für die Berechnung der Grundverhältnisse des Systems haben die meisten Mineralogen die Winkelangaben von Mohs zum Grunde gelegt, auch G. Rose, der gleichwohl erklärt Abweichungen gefunden zu haben. Die hierunter zusammengestellten Resultate einer großen Menge sehr sorgfältig ausgeführter Messungen ¹⁾ beweisen, daß die von Mohs gegebenen Winkel in der That einer nicht unbedeutenden Correctur bedürfen.

Die Columnne *A* enthält die Mittel, *B* die Anzahl der an verschiedenen Krystallen oder verschiedenen Kanten desselben Krystalls erhaltenen Beobachtungswerthe, *C* die Grenzen zwischen welchen dieselben vertheilt liegen, *D* die aus den Winkeln unter *A* sich ergebenden Neigungen von *d* und *f* gegen *c*.

<i>A.</i>	<i>B.</i>	<i>C.</i>	<i>D.</i>
$\frac{1}{3}dc = 11^{\circ} 31',5$	26	$11^{\circ} 24'$ bis $11^{\circ} 39'$	$31^{\circ} 27,3$
$dc = 31^{\circ} 25'$	33	$31^{\circ} 18'$ „ $31^{\circ} 31'$	$31^{\circ} 25,3$
$3dc = 61^{\circ} 20,5$	61	$61^{\circ} 8'$ „ $61^{\circ} 37'$	$31^{\circ} 22,7$
$gg'' = 76^{\circ} 3,3$	10	$75^{\circ} 55'$ „ $76^{\circ} 12'$	$31^{\circ} 22$ (*)
$fc = 25^{\circ} 29,3$	20	$25^{\circ} 24'$ „ $25^{\circ} 33'$	$25^{\circ} 29,3$
$3fc = 54^{\circ} 59'$	14	$54^{\circ} 48'$ „ $55^{\circ} 11'$	$25^{\circ} 26,5$
$7fc = 73^{\circ} 16'$	10	$73^{\circ} 1'$ „ $73^{\circ} 33'$	$25^{\circ} 25'$

(*) für $fc = 25^{\circ} 29,3$.

Die verschiedenen unter *D* befindlichen Werthe für *dc* sowohl wie für *fc* sind nun aber keineswegs als gleichwerthig zu betrachten. Wenn es auch nicht als ausgemacht gelten darf, daß die Fläche 3*d*, 3*f*, 7*f* als dem Orte der Verwachsung mit dem Gestein ²⁾ näher gelegen wäh-

1) Ich benutzte ein ausgezeichnetes Instrument mit Fernrohr und überzeugte mich nach jeder neuen Aufstellung desselben auf das bestimmteste, daß meine Beobachtungen mit einem merklichen constanten Fehler nicht behaftet waren.

2) Nur einmal habe ich einen Krystall mit dem analogen Ende aufsitzend gesehen, das antiloge aus dem Octaëder *a* bestehend frei nach oben gerichtet. Sonst ist die Richtung, in welcher die Krystalle aufgewachsen sind, immer die umgekehrte.

rend des Bildungsprocesses durch Attraction eine geringe Ablenkung in das Niveau der Oberfläche desselben erlitten haben, obgleich die vorstehenden Beobachtungen in der That eine solche nachzuweisen scheinen, so geht doch daraus, daß diese Flächen sehr gewöhnlich (3d fast immer) mehrere Bilder reflectiren mit Bestimmtheit hervor, daß sie das Resultat einer gestörten Bildung sind. Ich berücksichtige deshalb vorzugsweise die beobachteten Neigungen $\frac{1}{2}dc$, dc und fc und halte

$$dc = 31^{\circ} 26' \quad fc = 25^{\circ} 29'$$

für die erfahrungsmäßig der Wahrheit am nächsten kommenden Werthe ¹⁾).

Die Annahme

$$a : b : c = \sqrt{\frac{1}{3}} : \sqrt{\frac{1}{3}} : \sqrt{\frac{1}{2}} = 1,63299 : 2,09762 : 1$$

würde erfordern

$$dc = 31^{\circ} 28',9 \quad fc = 25^{\circ} 29',3$$

verträgt sich also vollkommen mit den gemachten Beobachtungen. Sehr wahrscheinlich wird dieselbe durch die Einfachheit, welche sie in die Zonenverhältnisse bringt, indem man z. B. für die besonders entwickelten Zonen df und $3d\ 3f$ folgende Tangentenwerthe und Winkel erhält.

$$\text{Zone } df = (101.011)$$

	Tang.	Neig. gegen d .
$d = 101$	0	0°
$e = 112$	$\frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{11}$	19 15'
$f = 011$	$\frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{11}$	39 40
$g' = 143$	$\frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{11}$	51 38
$s' = 121$	$\frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{11}$	69 21
$m' = 231$	$3 \sqrt{11}$	84 15,5
$g' = 110$	$-\frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{11}$	114 20
$n'' = 431$	$-\frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{11}$	135 8,5
$y'' = 321$	$-\frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{11}$	142 2
$z''' = 211$	$-\frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{11}$	154 39

1) Nach Mohs sind diese Winkel $31^{\circ} 40'$ und $25^{\circ} 46'$.

Zone 3 d 3 f = (301 . 031)

	Tang.	Neig. gegen 3 d
3 d = 301	0	0°
z = 211	$\frac{1}{13} \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{11}}$	19 48'
o = 332	$\frac{6}{13} \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{11}}$	33 9
s = 121	$\frac{4}{17} \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{11}}$	47 46
3 f = 031	$\frac{3}{4} \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{11}}$	74 6
x' = 141	— $8 \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{11}}$	91 32
g' = 110	— $\frac{2}{3} \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{11}}$	133 52

Ein fernerer Argument für oder möglicherweise auch gegen ¹⁾ die Existenz des hier angenommenen Axenverhältnisses wird von Untersuchungen über die Ausdehnung der Krystalle des Kieselzinkerzes durch die Wärme zu erwarten seyn, zu welchen es mir an genügenden Vorrichtungen fehlt ²⁾.

Anhang.

Orangit von Brevig in Norwegen. Ein etwa 10 Millim. Durchmesser haltender Krystall erwies sich nach Messungen mit dem Anlegegoniometer entschieden als Pseudomorphose nach Feldspath. Die Combination ist eine sehr gewöhnliche:

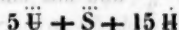
- 1) Wenn z. B. ein Größerwerden des Winkels *dc* einer Temperaturerniedrigung entsprechen sollte.
- 2) Es scheint keinem Zweifel unterworfen, daß Beobachtungen über das Verhalten der Krystalle gegen die Wärme, so wie sie in den Fällen, wo die während der Krystallisation herrschende Temperatur bekannt ist, dienen die Resultate unserer bei gewöhnlicher Temperatur vorgenommenen Winkelmessungen zu berichtigen und dadurch die Auffindung eines Gesetzes für die Axenwerthe der Grundform zu erleichtern, umgekehrt, wenn ein solcher einmal wird festgestellt seyn, in den Fällen, wo die zur Zeit der Entstehung des Krystalls stattfindende Temperatur nicht bekannt ist, zu unzweideutigen Schlüssen auf dieselbe führen müssen. Dennoch ist seit der bedeutenden Arbeit von Mitscherlich dem Gegenstande ein sehr geringes Interesse geschenkt.



$m = 110$	$mb = 59^\circ 24'$
$b = 010$	$ac = 63 \quad 53$
$c = 001$	$yc = 80 \quad 22$
$y = 201$	$nb = 45 \quad 3$
$n = 021$	

Anscheinende Zusammensetzungsflächen haben keine bestimmte Lage. Das Vorkommen dieser Pseudomorphose bestärkt mich in der Ansicht, daß auch die bekannten Spreustein-krystalle von derselben Localität Pseudomorphosen nach Feldspath sind. Meine bisherigen Beobachtungen an einer großen Menge von Exemplaren stimmen zu dieser Annahme recht gut, aber ich hoffe noch auf vollständigere und regelmässiger ausgebildete Krystalle ehe ich die Frage für entschieden halte (vgl. Blum in Poggendorff's Ann. LXXXVII, Seite 315 und Scheerer in Pogg. Ann. LXXXIX, Seite 1).

Basisches Uransulphat von Joachimsthal in Böhmen. Dieses Salz bildet schön citronengelbe mikroskopische Krystalle (rhombische durch Abstumpfung sechsseitige Prismen mit einer auf die Kanten aufgesetzten sehr stumpfen Zuschärfung ähnlich wie Wavellit) oft zu Kugeln zusammengehäuft auf Uranpfecherz. Eine in Hr. Dr. Krantz's Laboratorium von mir ausgeführte chemische Analyse führt zu der Zusammensetzung



	Beobachtet	Berechnet
Uranoxyd	79,9	80,32
Wasser	14,3	15,18
Schwefelsäure	4,0	4,50
	98,2	100

Es ist diels wahrscheinlich das in Berzelius Lehrbuch der Chemie Ausg. 1845. Bd. III, S. 1108 erwähnte aber bisher nicht untersuchte basische Salz.

IV. Resultate der an Krystallen des Vesuvians ausgeführten Messungen; von N. v. Kokscharow.

(Auszug aus meinen »Materialien zur Mineralogie Rußlands.«)

Der Vesuvian bietet dem Mineralogen nicht nur in seinem chemischen Verhalten, sondern auch in krystallographischer Hinsicht einige Schwierigkeiten. — Nach der Bestimmung von Kupffer ist der Neigungswinkel der Flächen der haupttetragonalen Pyramide $c=P$ in den Polkanten an Vesuviankrystallen aus Piemont $= 129^{\circ} 21'$, aber an Krystallen vom Fluß Wilui (Wiluit) $= 130^{\circ} 2' 1''$. — Nach Breithaupt²⁾ ist die haupttetragonale Pyramide, in einer und derselben Varietät, von Flächen gebildet, welche nicht alle einen und denselben Neigungswinkel zur verticalen Axe haben, was von den andern Mineralogen noch nicht angenommen ist. — Breithaupt nimmt nämlich an, daß die Hauptform des Vesuvians eine ganz besondere Form sey, welche er *tetragon-pyramidales Triploëder* nennt und ungefähr in diesen Worten beschreibt: »Das tetragon-pyramidale Triploëder besteht aus einem flacheren, und daher vorderen Hemidoma oder einer hemidomatischen vorderen Tetartopyramide $+\frac{P}{4}$, aus einem Doma oder einer domatischen Hemipyramide $\frac{P}{2}$ und aus einem steileren und hinteren Hemidoma oder einer hinteren Tetartopyramide $-\frac{P}{4}$.«

Als Beispiel für eine Varietät des Vesuvians (*Idocrasius calaminus*, kalaminer Granat) giebt Breithaupt: tetragon-pyramidales Triploëder, mit den Neigungen zur geraden Endfläche, $+\frac{P}{4} = 142^{\circ} 55'$, $\frac{P}{2} = 142^{\circ} 50'$ und $-\frac{P}{4} = 142^{\circ} 47'$. — Aus dem Angeführten ist leicht zu ersehen

1) A. T. Kupffer, Preisschrift über genaue Messung der Winkel an Krystallen. Berlin 1825, S. 95 und 96.

2) A. Breithaupt, Vollständiges Handbuch der Mineralogie, Bd. I, S. 211 und Bd. III, S. 648.

dafs eine jede neue Beobachtung an Vesuvian-Krystallen nicht zu verwerfen ist und deshalb will ich hier in einige Details eingehen.

Vor Allem wollte ich die Winkel der haupttetragonalen Pyramide möglichst genau bestimmen und zwar an Krystallen aus verschiedenen Localitäten. Da es, um zuverlässige Resultate zu erhalten, nicht hinreichend ist, Krystalle mit glänzenden Flächen, sondern auch *gut ausgebildete* Krystalle zu haben, so suchte ich mir Exemplare zu verschaffen, welche soviel als möglich dieser wesentlichen Bedingung entsprächen. Den grössten Theil meiner Messungen habe ich an einem kleinen, durchsichtigen, mit grösstentheils vollkommen spiegelnden Flächen begränzten und sehr gut ausgebildeten Krystall aus den Kumatschinskischen Bergen, in der Umgegend der Grube Poljakowsk, vorgenommen, welcher sich in der Sammlung von P. A. v. Kotschubey befindet. In diesem Krystalle (Fig. 13^a Taf. I.) finden sich folgende Formen vereinigt:

Tetragonale Pyramide.

Erster Art.

nach Weiss.

nach Naumann.

$$c \dots (a:b:b) \dots P$$

$$t \dots (3a:b:b) \dots 3P$$

Ditetragonale Pyramiden.

$$z \dots (a:b:\frac{1}{2}b) \dots 2P2$$

$$a \dots (\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}b:b) \dots \frac{3}{2}P3$$

$$s \dots (a:b:\frac{1}{4}b) \dots 3P3$$

Tetragonale Prismen.

Erster Art.

$$d \dots (\infty a:b:b) \dots \infty P$$

Zweiter Art.

$$M \dots (\infty a:b:\infty b) \dots \infty P \infty$$

Gerade Endfläche.

$$P \dots (a:\infty b:\infty b) \dots 0P$$

In der horizontalen Projection des Krystalls Fig. 13^a Taf. I. sind alle Flächen durch Zahlen bezeichnet.

Folgendes sind die Resultate, welche ich durch Messung erhalten habe:

1) An dem Krystalle aus der Umgegend der Grube Poljakowsk (Kumatschinskischem Berge).

$c_3 : P = 142^\circ 47'$	$c_4 : P = 142^\circ 46\frac{1}{2}'$
142 47	142 46
142 47	142 46
142 47	Im Mittel = $142^\circ 46\frac{1}{2}'$.
142 $46\frac{1}{2}$	$c_1 : P = 142^\circ 46'$
142 $46\frac{1}{2}$	142 47
142 46	142 $47\frac{1}{2}$
142 $46\frac{1}{2}$	Im Mittel = $142^\circ 46\frac{3}{4}'$.
Im Mittel = $142^\circ 46\frac{3}{4}'$.	

Diese drei Messungen waren vermittelt des Mitscherlich'schen Reflectionsgoniometers, mit einem Fernrohr, vollzogen worden. Jede oben angeführte Zahl ist bei besonderer Einstellung des Krystalls am Goniometer erhalten worden. Da die Flächen c_3 und c_4 in dem Krystalle groß genug waren und den Gegenstand mit großer Klarheit reflectirten, so habe ich die Neigungen $c_3 : P$, $c_4 : P$ und $c_3 : c_4$ mit demselben Instrument, das aber mit zwei Fernröhren bewaffnet war, bestimmt. Zwei gekreuzte Fäden von einem dieser Fernröhre dienten als Gegenstand, welcher von Krystallflächen reflectirt wurde. Auf diese Weise erhielt ich:

$$c_3 : P = 142^\circ 46' 0''$$

$$c_4 : P = 142 46 0$$

$$c_3 : c_4 = 129 20 30$$

Die Fläche c_1 war an dem Krystall sehr klein und reflectirte nicht so deutlich den Gegenstand wie die beiden vorhergehenden c_3 und c_4 , deswegen habe ich ihre Neigung zur geraden Endfläche vermittelt zweier Fernröhre nicht messen können, und daher ist auch die oben angeführte Neigung $c_1 : P$ mit weniger Genauigkeit bestimmt worden wie $c_3 : P$ und $c_4 : P$. Die Fläche c_3 war an dem Krystall so klein (und dazu noch rauh), daß es geradezu

unmöglich war, ihre Neigungen gegen die Nachbarflächen zu messen. Indessen ersieht man schon hinreichend aus den oben angeführten Messungen, daß das tetragon-pyramidale Triploëder, wenigstens an dem Vesuvian aus Poljakowsk, nicht existirt, weil in einem solchen Falle die Winkel $c_3 : P$ und $c_4 : P$ verschieden seyn müßten, während die mit größter Genauigkeit ausgeführten Messungen bewiesen haben, daß diese zwei Winkel ganz identisch sind.

Die folgenden Messungen habe ich mit demselben Instrumente angestellt, das jedoch nur mit einem Fernrohre versehen war. Folgendes sind die erhaltenen Resultate:

$$\begin{array}{rcl} c_3 : c_4 & = & 129^\circ 20\frac{1}{2}' \\ & & 129 \quad 20\frac{1}{4} \\ & & 129 \quad 20\frac{1}{2} \\ & & 129 \quad 21 \\ \hline \text{Im Mittel} & = & 129^\circ 20\frac{1}{2}'. \end{array} \quad \begin{array}{rcl} c_1 : c_4 & = & 129^\circ 20\frac{1}{2}' \\ c_1 : c_3 & = & 105^\circ 32\frac{1}{2}' \\ & & 105 \quad 34 \\ & & 105 \quad 33\frac{1}{2} \\ \hline \text{Im Mittel} & = & 105^\circ 33\frac{1}{2}'. \end{array}$$

Nach dieser Bestimmung muß $c : P = 142^\circ 46\frac{1}{2}'$ seyn.

Wenn man den Neigungswinkel in den Polkanten $129^\circ 20\frac{1}{2}'$ annimmt, so lassen sich folgende Werthe berechnen: $c : P = 142^\circ 46' 10''$ und $c_1 : c_3 = 105^\circ 32' 20''$. Es ist ersichtlich, daß die Messungen vollkommen übereinstimmend sind. Man sieht auch, daß meine Messungen beinahe mit denen von Kupffer übereinstimmen, denn dieser Gelehrte fand für den Neigungswinkel der Flächen der haupttetragonalen Pyramide c , in den Polkanten, an Krystallen aus Piemont $= 129^\circ 21'$. Als Grundlage für meine Berechnungen und zur Ableitung des Axenverhältniſſe

$$\begin{aligned} a : b : b &= 0,537195 : 1 : 1 \\ &= \sqrt{0,288578} : 1 : 1 \end{aligned}$$

der Hauptform des Vesuvians, habe ich den Winkel von Kupffer $129^\circ 21'$ und nicht den von mir bestimmten Winkel $129^\circ 20\frac{1}{2}'$ angenommen, denn $\frac{1}{2}$ Minute Unterschied verursacht eine unbedeutende Differenz bei der Berechnung der übrigen Winkel. Wenn man den Winkel $= 129^\circ 21'$ annimmt, so findet man durch Berechnung $c : P = 142^\circ 46' 32''$ und $c_1 : c_3 = 105^\circ 33' 5''$.

Ich fahre hier mit den erhaltenen Resultaten meiner Messungen weiter fort:

2) *An einem Krystalle aus Piemont.*

$$c_1 : c_2 = 129^\circ 21'$$

$$c_1 : P = 142 \quad 46$$

$$c_3 : P = 142 \quad 46$$

3) *An einem Krystalle aus den Nasjamsker Bergen (Achmatowsk) ¹⁾.*

$$c_1 : c_2 = 129^\circ 21'$$

$$c_3 : c_4 = 129 \quad 21$$

4) *Am Krystalle vom Vesuv.*

$$c_1 : d_1 = 127^\circ 14'$$

$$127 \quad 13\frac{1}{2}$$

$$127 \quad 13$$

Im Mittel $\overline{= 127^\circ 13\frac{1}{2}'}$ (Nach dieser Messung muß $c : P = 142^\circ 46\frac{1}{2}'$ seyn.)

Da Kupffer für den Neigungswinkel der Flächen bei der Hauptform der Wiluitkrystalle in den Polkanten $= 130^\circ 2'$ erhalten hat, ein Resultat welches von dem vorhin erhaltenen sehr bedeutend abweicht, so habe ich die größte Mühe darauf verwendet, um Krystalle dieses Minerals zu bekommen, welche eine genaue Messung zulassen würden. Ich habe alle Wiluitkrystalle untersucht, welche sich in den Sammlungen des Berg-Instituts, der Academie der Wissenschaften und vieler Privatpersonen finden, doch blieben leider alle meine Bemühungen erfolglos. — Obgleich die Flächen der Hauptpyramide des Wiluits oft sehr glänzend sind und Gegenstände gut reflectiren, so sind dennoch die Krystalle dieser Varietät des Vesuvians zu genauen Messungen untauglich, denn auf ihrer Oberfläche finden sich wellenartige und andere Arten von Unebenheiten. — Ich muß jedoch bemerken, daß bei näherungsweise Messungen

1) Dieser Krystall gehört zu der Varietät, welcher in der Original-Abhandlung (»Materialien zur Mineralogie Rußlands«) als erste Varietät des Vesuvians von Achmatowsk beschrieben worden ist.

gen mittelst des gewöhnlichen Wollastonschen Goniometers, und zwar an vielen Krystallen des Wiluits, ich grüßtentheils den von Kupffer erhaltenen Winkel, d. h. gegen 130° gefunden habe. Da man diesen Messungen keinen allzugroßen Werth beilegen kann, so thut man besser die Frage über die Winkelgrößen der Wiluitkrystalle als noch nicht genug erledigt anzusehen ¹⁾. — Die Wiluitkrystalle sind so unvollkommen, daß man in ihnen wohl einige Unregelmäßigkeit oder die sogenannten Anomalien antreffen kann, aber kann man dieselben als Gesetze aufstellen, wenn sie sich an so unvollkommen ausgebildeten Krystallen vorfinden? Krystalle, welche unvollkommen ausgebildet sind, geben auch unvollkommene Resultate ²⁾.

Um zu zeigen, in welchem Grade der von uns als Basis der Berechnungen angenommene Winkel $129^\circ 21'$ allen

- 1) Hr. Akademiker Kupffer hat mir mitgetheilt, daß die von ihm gemessenen Wiluit-Krystalle nicht im geringsten besser waren, als die welche man gewöhnlich in den Mineraliensammlungen findet.
- 2) Man kann indessen doch nicht läugnen, daß in den vielen natürlichen und dabei gut ausgebildeten Krystallen sich bisweilen einige kleine Unregelmäßigkeiten finden, welche noch nicht hinreichend genug erklärt sind, aber daraus geht noch nicht hervor, wie es scheint, daß man solche Unregelmäßigkeiten als Ausnahmen von allgemeinen kristallographischen Gesetzen annehmen darf. Zum Beispiel, bei Messung der Berylle, fand ich an einem ganz vollkommen ausgebildeten Krystalle, daß eine von den sechs Flächen, welche die Haupt-Hexagonalpyramide bilden, gegen die gerade Endfläche unter $150^\circ 10\frac{1}{2}'$ geneigt war, während die fünf übrigen Flächen einen Winkel von $150^\circ 3\frac{3}{4}'$ zu derselben Fläche machten, was einen Unterschied von $6\frac{3}{4}'$ abgibt. In zwei anderen Krystallen, welche ich zu gleicher Zeit gemessen habe, und die nicht weniger vollkommen ausgebildet waren, fand ich daß alle sechs Flächen von der Haupt-Hexagonalpyramide ganz identisch einen und denselben Winkel mit der geraden Endfläche bildeten, nämlich $150^\circ 3\frac{3}{4}'$, also machen diese letzten zwei Krystalle keine Ausnahme von den allgemeinen kristallographischen Regeln. — Einer von den berühmten Kristallographen unserer Zeit, Naumann, sagt, indem er dieser sogenannten Anomalien erwähnt: »Ich glaube daran nicht, obgleich ich sehr gut weiß, daß die Natur nicht ganz genau geometrische Körper hervorbringt.« Diese Worte bezeichnen den Gegenstand wie man es nicht besser kann.

Anforderungen entspricht, werde ich hier einige ziemlich gut vollzogene Messungen anführen, die an mehreren Krystallen aus der Umgegend der Grube Poljakowsk angestellt wurden, und dieselben mit den durch Berechnung gefundenen Resultaten vergleichen. Einer dieser gemessenen Krystalle war derselbe, welcher die oben angeführten Resultate für die Neigungen $c:P$ und $c:c$ gegeben hat, die anderen stammen aus der Sammlung des Hrn. Prof. v. Schrenk¹⁾. Den Ersteren werde ich mit A bezeichnen, die Letzteren durch No. 1, No. 2, No. 3, No. 4, No. 5 und No. 6. Die Messungen sind vermittelt des Mitscherlich'schen Reflexionsgoniometers mit einem Fernrohr vollzogen worden. Als Gegenstand zur Reflexion diente ein Zeichen von der Form eines Quadrats, welches auf eine Fensterscheibe geklebt war, und manches Mal, wenn es die Umstände erlaubten, auch entferntere Gegenstände, welche durch ein geöffnetes Fenster sichtbar waren. Beim Messen wurden die Krystalle gut centriert, und den bei demselben begangenen Fehler kann man größtentheils von 1 bis 3 Minuten annehmen. Folgendes sind die Ergebnisse der Messungen.

1) Dank der gütigen Zuvorkommenheit des Professors von Schrenk wurde mir die Gelegenheit geboten meine Messungen an Vesuvian-Krystallen aus der Umgegend der Grube Poljakowsk fortzusetzen. Hr. v. Schrenk schickte mir vor kurzem zur näheren Untersuchung eine ausgezeichnete Druse von Vesuvian-Krystallen aus dieser Localität und fügte der Sendung folgendes Schreiben bei:

»In den Verhandlungen der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg (1845—1846, S. 205) wurden unter dem Namen Heteromerit (Herrmann's) von Dr. Auerbach die Krystalle eines Minerals beschrieben, dessen Fundort in dem Aufsatz nicht angegeben wird. Es liegt dieser in den Kumatschinskischen Bergen, etwa $1\frac{1}{2}$ Werst von der Grube Poljakowsk, woselbst das Mineral in angeblichen Nestern dem Serpentin einliegendes feldspathartiges Gestein in Schnüren durchzieht. — Hier findet sich dasselbe theils derb, in körniger und stänglicher Zusammensetzung und theils auf Klüften und Höhlungen schön auskrystallisiert in der beschriebenen Krystallform.«

Am Krystall A.		Am Krystall No. 2.	
Gemessen.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.
$s_1 : c_1 = 161^\circ 53\frac{1}{2}'$		$s_2 : P = 120^\circ 28\frac{1}{2}'$	
161 55 $\frac{1}{2}'$		$s_7 : P = 120 28\frac{1}{2}'$	
161 53		Am Krystall No. 3.	
161 55		$s_1 : P = 120 29'$	
161 53		$s_2 : P = 120 28\frac{1}{2}'$	
Mittel = 161° 54'	161° 54'	$s_3 : P = 120 28$	
$a : a = 156^\circ 22\frac{1}{2}'$		$s_6 : P = 120 30$	
Am Krystall No. 2.		Am Krystall No. 4.	
$a_1 : a_2 = 156^\circ 22\frac{1}{2}'$		$s_1 : P = 120^\circ 29\frac{1}{2}'$	
Mittel = 156° 22 $\frac{1}{2}'$	156° 22 $\frac{1}{2}'$	Am Krystall No. 5.	
$a_2 : a_3 = 146^\circ 21'$	146° 20 $\frac{1}{2}'$	$s_2 : P = 120^\circ 28\frac{1}{2}'$	
Am Krystall A.		$s_3 : P = 120 28$	
$a : c = 163^\circ 10'$		$s_6 : P = 120 27\frac{1}{2}'$	
163 11		Am Krystall No. 6.	
163 10		$s_1 : P = 120^\circ 28'$	
Mittel = 163° 10 $\frac{1}{2}'$	163° 10 $\frac{1}{2}'$	120 27 $\frac{1}{2}$	
$a : P = 139^\circ 39'$		120 28 $\frac{1}{2}$	
139 40		$s_5 : P = 120 28\frac{1}{2}$	
139 39		120 28 $\frac{1}{2}$	
139 40		Am Krystall A.	
Am Krystall No. 2.		$s_1 : P = 120^\circ 29'$	
$a_1 : P_1 = 139^\circ 39'$		120 28	
Am Krystall No. 3.		$s_2 : P = 120 28$	
$a_5 : P = 139^\circ 39\frac{1}{2}'$		120 27	
$a_6 : P = 139 40$		$s_3 : P = 120 28\frac{1}{2}$	
$a_7 : P = 139 39\frac{1}{2}$		120 28	
Am Krystall No. 6.		120 27 $\frac{1}{2}$	
$a_8 : P = 139^\circ 40'$		120 27 $\frac{1}{2}$	
Mittel = 139° 39 $\frac{1}{2}'$	139° 39 $\frac{1}{2}'$	$s_4 : P = 120 31$	
Am Krystall No. 1.		120 31	
$s_1 : P = 120^\circ 29'$		120 30 $\frac{1}{2}$	
$s_2 : P = 120 28\frac{1}{2}$		120 31 $\frac{1}{2}$	
$s_8 : P = 120 28\frac{1}{2}$		$s_8 : P = 120 29$	
Am Krystall No. 2.		120 28	
$s_1 : P = 120^\circ 28'$		120 28	

Am Krystall A.		Am Krystall A.	
Gemessen.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.
120 29		$s_2:s_3 = 134^\circ 41\frac{1}{2}'$	
120 29		134 41 $\frac{1}{2}$	
120 28		Am Krystall No. 1.	
Mittel = 120° 28 $\frac{3}{4}$	120° 29'	$s_1:s_3 = 134^\circ 42\frac{1}{2}'$	
$s_1:s_2 = 148^\circ 21'$		Mittel = 134° 41 $\frac{3}{4}$	134° 39 $\frac{3}{4}$
148 22		Am Krystall No. 4.	
Am Krystall No. 1.		$s_1:a_1 = 160^\circ 50'$	160° 49 $\frac{3}{4}$
$s_1:s_2 = 148^\circ 19'$		Am Krystall No. 5.	
148 21		$s_2:s_6 = 60^\circ 56'$	60° 58'
Am Krystall No. 3.		Am Krystall No. 6.	
$s_1:s_2 = 148^\circ 22\frac{1}{2}'$		$s_1:c_1 = 150^\circ 30\frac{1}{2}'$	
Mittel = 148° 21	148° 22 $\frac{1}{4}$	150 29	
		Mittel = 150° 29 $\frac{1}{4}$	150° 29'

Es ist hieraus ersichtlich, daß die durch Berechnung gefundenen Winkelgrößen den durch directe Messung bestimmten sehr nahe kommen.

Aus dem oben Angeführten ersieht man Folgendes:

1) Der Neigungswinkel in den Polkanten der haupt-tetragonalen Pyramide des Vesuvians aus Poljakowsk, Achmatowsk, Piemont, und wahrscheinlich auch vom Vesuv, beträgt 129° 21' oder 129° 20 $\frac{1}{2}$ '.

2) Die Krystalle des Wiluits sind zu genauen Messungen untauglich und man kann daher die Winkel der Hauptform dieser Varietät des Vesuvians noch nicht als definitiv bestimmt ansehen.

3) An Krystallen des Vesuvians aus Piemont, Poljakowsk und Achmatowsk sind keine Abweichungen von den Gesetzen des tetragonalen Krystallsystems bemerkbar.

Besondere Bemerkungen.

Die Vesuvian-Krystalle aus den Kumatschinskischen Bergen, in der Umgegend von Poljakowsk, bieten einige Eigenthümlichkeiten dar, die meiner Meinung nach Aufmerksamkeit verdienen.

1) Fast auf einem jedem dieser Krystalle bemerkt man eine Art von Abstumpfungen der Kanten $\frac{a}{M}$, wie auf Fig. 13- Taf. I mit m bezeichnet ist. Diese Abstumpfungen sind ganz ungewöhnlich, weil sie in einer der Flächen $s = 3P3$ so nahen Lage liegen, daß man zur Erkennung derselben dem Krystalle eine besondere Stellung zum Lichte geben muß. — Nun entsteht die Frage: ob man diese Abstumpfungen als *besondere Flächen* betrachten müsse, die zu den Pyramiden mPn gehören, oder ob man sie als eine *Unvollkommenheit der Krystallflächen* betrachten solle? — Diese Abstumpfungen sind indessen so regelmäfsig gebildet, ihre Oberfläche ist so glatt und glänzend und sie bilden mit den angränzenden Flächen s so nette Kanten, daß auch nichts an eine Unvollkommenheit der Krystallflächen erinnert. — Ich muß gestehen, daß ich bisher niemals etwas Aehnliches gesehen habe. — Wenn man diese Abstumpfungen als besondere Flächen betrachtet, so muß man sich entschliessen, denselben sehr complicirte krystallographische Zeichen beizulegen. — Wie zum Beispiel $3,03 P 3,03$; $3,05 P 3,05$ u. s. w., welches in die Wissenschaft einige Verwickelungen einführen wird. — Da an den Krystallen aus Poljakowsk dergleichen merkwürdige Abstumpfungen existiren und da Alles davon abhängt zu wissen: ob die Mineralogen sie auf der einen oder auf der anderen Weise annehmen wollen, so zeigte ich diese Krystalle den HH. N. v. Nordenskiöld, A. v. Kupffer und N. v. Schrenk. — Diese Gelehrten stimmen überein die oben angeführten Abstumpfungen als besondere Flächen zu betrachten. — Einige Krystalle aus Poljakowsk habe ich auch meinem verehrten Lehrer Hrn. Prof. Gustav Rose gesandt, ebenfalls habe ich diesen Umstand dem Hrn. Prof. C. F. Naumann mitgetheilt. — Hr. Prof. Gustav Rose, bevor er die Krystalle gesehen hatte, war der Meinung, daß dergleichen Flächen in der Natur nicht vorkommen können. Ich weiß nicht, welcher Ansicht er bei ihrer Besichtigung seyn wird, da ich noch keine Antwort auf meinen Brief

erhalten habe. Ohne mich länger dabei aufzuhalten, auf welche Weise man diese merkwürdigen Abstumpfungen betrachten müsse, beschränke ich mich hier nur auf das Factum, d. h. die Winkel, die diese Abstumpfungen zu den angränzenden Flächen bilden, anzugeben. Ich werde die Abstumpfungen durch die Buchstaben m , n , k und w bezeichnen und jede einzelne Abstumpfung mit derselben Zahl wie die der Fläche $s = 3P3$, auf welcher sie sich befindet; zum Beispiel m_2 bedeutet, das diese Abstumpfung bei s_2 liegt, k_3 bei s_3 , w_1 bei s_1 u. s. w. Wenn man sie als besondere Flächen betrachten will und wenn man sie mit der Hauptform vergleicht, so kann man sie durch folgende Zeichen ausdrücken: $n = 3,03 P 3,03$; $w = 3,04 P 3,04$; $m = 3,05 P 3,05$ und $k = 3,07 P 3,07$.

Die Messungen haben folgende Werthe gegeben:

Am Krystall A.		Am Krystall No. 5.	
Gemessen.	Berechnet ¹⁾ .	Gemessen.	Berechnet ¹⁾ .
$n_7: P = 120^\circ 15'$		$n_2: P = 120^\circ 14\frac{1}{2}'$	
120 14		$n_3: P = 120 13$	
120 $15\frac{1}{2}$		Mittel = $120^\circ 14\frac{1}{4}'$	$120^\circ 15\frac{1}{2}'$
$n_6: P = 120^\circ 15'$		Am Krystall A.	
120 $15\frac{1}{2}$		$m_1: P = 120^\circ 2\frac{1}{2}'$	
120 $15\frac{1}{2}$		120 2	
Am Krystall No. 1.		$m_2: P = 120^\circ 6'$	
$n_1: P = 120^\circ 12\frac{1}{2}'$		120 5	
$n_2: P = 120 13$		120 $5\frac{1}{2}$	
$n_3: P = 120 13$		$m_3: P = 120^\circ 6'$	
Am Krystall No. 2.		120 $5\frac{1}{2}$	
$n_1: P = 120^\circ 16'$		120 $6\frac{1}{2}$	
$n_2: P = 120 15$		Am Krystall No. 6.	
Am Krystall No. 3.		$m_4: P = 120^\circ 6\frac{1}{2}'$	
$n_3: P = 120^\circ 15'$		Mittel = $120^\circ 5'$	$120^\circ 6\frac{3}{4}'$
Am Krystall No. 4.		Am Krystall A.	
$n_1: P = 120^\circ 13\frac{1}{2}'$		$k_4: P = 119^\circ 56'$	

1) Wenn man die oben angeführten Zeichen für m , n , k und w annimmt.

Am Krystall A.		Am Krystall No. 6.	
Gemessen.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.
119 56		$k_2:s_1=148^\circ 44\frac{1}{2}'$	
119 56		148 44 $\frac{1}{2}$	
119 56		148 44	
Am Krystall No. 6.		148 45	
$k_2:P=120^\circ 1'$		148 44	
120 2		148 44	
120 1		Mittel= $148^\circ 44\frac{1}{4}'$	$148^\circ 36\frac{3}{4}'$
120 1		Am Krystall A.	
120 $\frac{1}{2}$		$m_1:s_2=148^\circ 31\frac{1}{2}'$	
120 $1\frac{1}{2}$		148 31	
120 $1\frac{1}{2}$		Mittel= $148^\circ 31\frac{1}{4}'$	$148^\circ 32\frac{1}{2}'$
120 $1\frac{1}{2}$		Am Krystall No. 1.	
Mittel= $120^\circ 1\frac{1}{4}'$	$119^\circ 58'$	$n_1:s_2=148^\circ 27'$	
$w_1:P=120^\circ 10'$		$n_2:s_1=148 27$	
120 10		Mittel= $148^\circ 27'$	$148^\circ 28\frac{1}{4}'$
120 $9\frac{1}{4}$		Am Krystall A.	
120 10		$m_3:k_4=148^\circ 46'$	$148^\circ 46\frac{3}{4}'$
120 10		$m_1:m_2=148 40$	
Mittel= $120^\circ 9\frac{3}{4}'$	$120^\circ 11\frac{1}{4}'$	148 38 $\frac{1}{2}$	
Am Krystall A.		148 38 $\frac{1}{2}$	
$m_1:s_1=179^\circ 31\frac{1}{2}'$		Mittel= $148^\circ 39'$	$148^\circ 43\frac{3}{4}'$
$m_1:s_2=179^\circ 35\frac{1}{2}'$		$n_7:n_8=148^\circ 34'$	
179 35 $\frac{1}{2}$		Am Krystall No. 1.	
$m_3:s_3=179^\circ 33'$		$n_1:n_2=148^\circ 34\frac{1}{2}'$	
Mittel= $179^\circ 33\frac{3}{4}'$	$179^\circ 33\frac{1}{4}'$	148 35	
Am Krystall No. 1.		Mittel= $148^\circ 34\frac{3}{4}'$	$148^\circ 35\frac{1}{2}'$
$n_1:s_3=179^\circ 41\frac{1}{2}'$		$n_1:n_8=134^\circ 16'$	$134^\circ 16'$
$n_2:s_2=179^\circ 40'$		Am Krystall A.	
$n_8:s_8=179^\circ 43'$		$m_2:m_3=133^\circ 59$	$134^\circ 1\frac{1}{2}'$
Am Krystall No. 4.		$k_4:c_3=149 51\frac{1}{2}$	$149^\circ 52'$
$n_1:s_1=179^\circ 43'$		$m_2:n_3=134 8$	$134^\circ 6\frac{1}{4}'$
Am Krystall No. 5.		Am Krystall No. 6.	
$n_2:s_2=179^\circ 45'$		$w_1:c_1=150^\circ 8\frac{1}{2}'$	$150^\circ 7\frac{3}{4}'$
$n_3:s_3=179 42$		$w_1:c_1=179 40$	
Mittel= $179^\circ 42\frac{1}{2}'$	$179^\circ 44'$	179 40	

Am Krystall No. 6.

Gemessen.		Berechnet.	Gemessen.		Berechnet.
179° 39 $\frac{1}{2}$ '			148° 48 $\frac{1}{2}$ '		
Mittel = 179 39 $\frac{3}{4}$ '		179° 38 $\frac{3}{4}$ '	148 50		
$w_1:k_2 = 148 50'$			Mittel = 148 49 $\frac{1}{2}$ '		148° 45 $\frac{1}{2}$ '
148 50					

2) An den Vesuvian-Krystallen aus Poljakowsk lassen sich einige Flächen der ditetragonalen Pyramide $s=3P3$ nicht ganz genau bestimmen, obgleich sie gut ausgebildet sind und eine glänzende und glatte Oberfläche haben. Zum Beispiel an dem Krystall A sind nur die Flächen s_1 , s_2 , s_3 , s_4 und s_8 zur geraden Endfläche unter dem Winkel, welcher das Zeichen $3P3$ verlangt, geneigt, d. h. $120^\circ 29'$, während die anderen, namentlich s_5 , s_6 und s_7 zur geraden Endfläche unter einem etwas verschiedenen Winkel geneigt sind, namentlich ungefähr $120^\circ 33\frac{1}{2}'$. Dafs dies nicht aus einem Irrthum der Beobachtung entstanden sey, beweisen hinlänglich folgende Resultate der Messungen:

$$s_3:s_4 = 148^\circ 17\frac{1}{2}'$$

$$= 148 17\frac{1}{2}$$

$$148 18$$

$$s_8:s_7 = 148 16$$

$$= 148 18$$

$$\text{Im Mittel} = 148^\circ 17\frac{1}{2}'$$

Nach der Rechnung muß aber diese Neigung $148^\circ 22\frac{1}{2}'$ seyn. Dieser Unterschied ist zwar nur gering; wenn man aber $s_3:P$ und $s_8:P = 120^\circ 29'$ und $s_4:P$ und $s_7:P = 120^\circ 33\frac{1}{2}'$ annimmt, so erhält man durch Rechnung $148^\circ 16\frac{3}{4}'$, d. h. beinahe ganz denselben Werth, der durch Messung erhalten war. An dem Krystall No. 1 habe ich nur messen können $s_1:P$, $s_2:P$ und $s_8:P$, an dem Krystall No. 2: $s_1:P$, $s_2:P$ und $s_7:P$ und an dem Krystall No. 4: $s_1:P$. Für alle diese Neigungen erhielt ich den Winkel, der das Zeichen $3P3$ verlangt, d. h. $120^\circ 29'$ (s. in meiner Abhandlung die angeführten Resultate), aber an dem Krystall No. 3 waren nur die Flächen s_1 , s_2 , s_3 und s_8 und an dem Krystall No. 6 die Flächen s_1 und s_8 zur geraden Endfläche unter diesem

Winkel geneigt, während an dem Krystalle No. 3 die Flächen s_7 und s_8 und an dem Krystall No. 6 die Flächen s_2, s_3, s_4 und s_6 zur geraden Endfläche den Winkel von ungefähr $120^\circ 33\frac{1}{2}'$ bildeten. Namentlich durch Messung habe ich erhalten:

Am Krystall A.		Am Krystall No. 6.	
Gemessen.	Berechnet ¹⁾ .	Gemessen.	Berechnet ¹⁾ .
$s_5:P = 120^\circ 32\frac{1}{2}'$		$k_3:s_3 = 179^\circ 21\frac{1}{2}'$	
120 33		Mittel $= 179^\circ 19\frac{3}{4}'$	$179^\circ 17\frac{1}{2}'$
120 33		Am Krystall A.	
$s_6:P = 120$	33	$s_5:s_6 = 148^\circ 18'$	
120 33		148 18	
120 33		148 18 $\frac{1}{2}$	
$s_7:P = 120$	33	Am Krystall No. 3	
120 32 $\frac{1}{2}$		$s_7:s_8 = 148^\circ 19'$	
120 32 $\frac{1}{2}$		Mittel $= 148^\circ 18\frac{1}{4}'$	$148^\circ 18'$
Am Krystall No. 3.		Am Krystall A.	
$s_7:P = 120^\circ 32'$		$s_4:s_5 = 134^\circ 47\frac{3}{4}'$	
$s_8:P = 120$	31	$s_6:s_7 = 134$	46
Am Krystall No. 6.		Mittel $= 134^\circ 46\frac{3}{4}'$	$134^\circ 47\frac{3}{4}'$
$s_2:P = 120^\circ 35'$		$k_4:s_5 = 134^\circ 17$	134 15 $\frac{3}{4}$
120 34 $\frac{1}{2}$		$m_1:s_5 = 60$	40 60 40 $\frac{1}{4}$
120 34 $\frac{1}{2}$		$s_4:s_4 = 168$	39 168 40 $\frac{1}{2}$
$s_3:P = 120$	32 $\frac{1}{2}$	$s_4:c_3 = 150$	33
$s_4:P = 120$	32	150 33	
$s_6:P = 120$	32 $\frac{1}{2}$	Mittel $= 150^\circ 33'$	$150^\circ 34\frac{1}{2}'$
120 33		Am Krystall No. 6.	
Mittel $= 120^\circ 33'$	$120^\circ 33\frac{1}{2}'$	$w_1:s_2 = 148^\circ 32'$	
Am Krystall A.		148 33 $\frac{1}{2}$	
$n_7:s_7 = 179^\circ 40'$	$179^\circ 38\frac{1}{2}'$	148 33 $\frac{1}{2}$	
$k_4:s_4 = 179^\circ 19\frac{1}{2}'$		Mittel $= 148^\circ 33'$	$148^\circ 28\frac{1}{2}'$
179 19			
179 19			

Wenn man annimmt, dass die Flächen, die mit der geraden Endfläche den Winkel $120^\circ 33\frac{1}{2}'$ bilden, nicht besondere Flächen sind (in diesem Falle müßte ihre Bezeichnung

1) Wenn man $s:P = 120^\circ 33\frac{1}{2}'$ und nicht $120^\circ 29'$ annimmt.

nung gewiß sehr complicirt seyn, nämlich 2,99 P 2,99), so muß man diesen Umstand dadurch erklären, daß diese Flächen zu den Flächen gehören, die sich nicht genau bestimmen lassen, was bei den natürlichen Körpern der Fall seyn kann. Wohl hätte ich diesen Gegenstand mit Stillschweigen übergehen können, ebenfalls ohne die Resultate meiner Messungen anzuführen, welche sich auf die Flächen s , die zur geraden Endfläche unter $120^{\circ} 33\frac{1}{2}'$ geneigt sind, beziehen; aber ich hielt es für nicht überflüssig, alle meine Messungen, ohne Ausnahme, zu geben. Aus diesen Messungen ist leicht zu ersehen (was auch von mehreren Mineralogen schon erwähnt worden ist), daß es nicht hinreichend sey, nur einen einzigen Winkel wohl zu messen um die Haupt-Form eines Minerals gut zu bestimmen, im Gegentheil muß man mehrere Winkel messen und möglichst an verschiedenen Krystallen. Wahr ist es, daß diese Bedingungen nicht immer dem Beobachter zu erfüllen möglich sind.

V. Ueber die unorganischen Bestandtheile der Kartoffeln; von Dr. C. Schulz-Fleeth.

Sind die unorganischen Stoffe für die Entwicklung der Pflanzen nothwendig, so kann diese ihre Nothwendigkeit wohl nur in ihrer Beziehung zu der organischen Substanz, der Hauptmasse der Pflanzen, bestehend gedacht werden: kein organisches Gebilde entsteht, wo die unorganischen Salze fehlen. Worin nun aber dieses Abhängigkeitsverhältniß besteht, müssen ausgedehnte Untersuchungen, welche gleichzeitig auf organische und unorganische Bestandtheile der Pflanzen gerichtet sind, deutlicher darthun. Ein Theil der unorganischen Stoffe ist gewiß dergestalt mit den organischen verbunden, daß sie denselben vollkommen gleich-

werthig sind, daß die Beantwortung der Frage nach ihrer Bedeutung zusammenfällt mit der Beantwortung der Frage nach der Bedeutung des Kohlenstoffs, des Stickstoffs u. s. w. Die Untersuchung der Aschen der einzelnen näheren Bestandtheile der Pflanzen muß hierüber zunächst entscheiden.

Aber es ist sehr wohl denkbar, daß nicht alle unorganischen Stoffe, deren Nothwendigkeit für die Entwicklung der Pflanzen man aus ihrem steten Vorhandenseyn in der Asche derselben, und aus dem Umstande folgert, daß sich die Pflanzen nicht entwickeln, wo sie fehlen, eine solche Rolle spielen. Es ist möglich, daß ein Theil derselben zu irgend einer Zeit mit organischen Bestandtheilen der Pflanzen chemisch verbunden war, daß später durch weitere Umwandlungen diese Verbindungen zersetzt, die unorganischen Salze aber, wenngleich jetzt von keinem nothwendigen Werthe mehr für die Pflanzen, nicht wieder ausgeschieden werden konnten. Möglich ist ferner, daß einzelne von den die Pflanzen nährenden organischen Verbindungen des Ackerbodens nur in bestimmter Verbindung mit unorganischen Salzen aufgenommen werden können, daß diese Salze nach erfolgter Assimilation der organischen Substanzen, an welche sie gebunden, von diesen getrennt in den Pflanzen zurückbleiben, ohne eine andere Verbindung einzugehen.

Auch in diesen beiden Fällen ist die Quantität solcher Salze abhängig von der Menge der organischen Substanzen, mit denen sie früher verbunden waren, oder sie steht, was dasselbe ist, in bestimmtem Verhältnisse zu denjenigen Verbindungen, in welche diese später umgewandelt wurden.

Ob aber auch ein Theil der unorganischen Salze nur in einer mechanischen Beziehung zu den übrigen Pflanzentheilen stehe, so daß sie z. B., ohne weitere Verbindungen eingegangen zu seyn, nur dazu dienen, die Pflanzen zu stützen und zu steifen; oder ob vielleicht die Bedeutung gewisser unorganischen Salze darin besteht, daß sie, außerhalb der organischen Verbindungen stehen bleibend, durch

sogenannte Contactwirkung die Verwandlungen derselben vermitteln, u. s. w. müssen ebenfalls weitere Untersuchungen erst darthun.

Es ist aber klar, dafs, wenn man die eigentlichen Beziehungen der unorganischen Salze in den Pflanzen auffinden will, dies nicht wohl anders geschehen kann, als dafs man, wie schon früher bemerkt wurde, gleichzeitig mit der Aschenanalyse eine quantitative Untersuchung der organischen Verbindungen anstellt. Für derartige Untersuchungen kommt es zunächst darauf an, eine Pflanze auszuwählen, welche unter verschiedenen Verhältnissen wachsend, möglichst verschiedene Mengen von organischen Substanzen bildet. Es mufs sich dann zeigen, ob und welche Aschenbestandtheile mit den organischen Gebilden ihrer Menge nach variiren. Eine solche Pflanze schien mir vor allen andern die Kartoffel zu seyn, deren fast zahllose Varietäten schon dem Auge und Geschmacke eine sehr verschiedene Zusammensetzung verrathen.

Ich habe zunächst eine Reihe von verschiedenen Kartoffeln auf ihre Aschenbestandtheile untersucht, um dann zur weiteren Untersuchung diejenigen auszuwählen, deren Aschen die grössten Abweichungen in ihrer Zusammensetzung zeigten. Darauf habe ich diese Kartoffeln in ihre einzelnen Bestandtheile zerlegt, soweit dies ohne Anwendung solcher chemischen Agentien, welche die Verbindungen der organischen Substanzen mit unorganischen zersetzen mochten, geschehen konnte. Die so erhaltenen Theile der Kartoffeln (freilich nicht einfache nähere Bestandtheile, sondern öfters Conglomerate von mehreren derselben) habe ich dann wiederum einzeln eingeäschert, und ihre Asche analysirt. Ich konnte von dieser Arbeit wenigstens einige Andeutungen über den Zusammenhang der einzelnen unorganischen Salze mit den einzelnen näheren Bestandtheilen der Kartoffeln erwarten. Eine völlige Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der Aschen jener, nach derselben Trennungsmethode von verschiedenen Kartoffeln erhaltenen Theile, konnte ich aus mehren Gründen nicht erwarten,

vorzüglich aber deshalb nicht, weil jene Theile die einzelnen näheren Bestandtheile in quantitativ wechselnder Menge enthalten konnten.

Auf folgende Weise nun habe ich die Kartoffeln zerlegt. Die Schale derselben, ohne eine Menge der inwendig angränzenden Zellen, von der rohen Kartoffel zu erhalten, konnte ich keine Methode auffinden. Ich mußte mich daher begnügen, die Schalen von den gekochten Kartoffeln zu nehmen; mit destillirtem Wasser abgewaschen, wurden sie fast ganz rein von allen Anhängseln erhalten. Zum andern wurden die rohen Kartoffeln auf einer feinen Reibe möglichst fein zerrieben. Die breiige Masse auf ein Sieb gebracht, und fleißig mit Wasser ausgewaschen, lieferte mir auf die gewöhnliche Weise die Stärke, und andererseits auf dem Sieb zurückbleibend jenen Theil, welcher bekanntlich zumeist aus Faserstoff besteht. Ein anderer Theil zerriebener Kartoffeln lieferte, möglichst schnell filtrirt den Saft, welcher durch Erhitzen von dem Eiweifs befreit wurde. Dieses letztere wurde so gut wie möglich ausgewaschen, ohne dadurch, wie leicht einzusehen, völlig rein zu werden; der vom Eiweifs befreite Theil des Saftes wurde eingedampft, und der so gewonnene Rückstand getrocknet.

Die Aschen der auf solche Art erhaltenen Partien der Kartoffeln waren sehr verschieden zusammengesetzt; die Aschen ein und derselben Theile, von verschiedenen Kartoffeln gewonnen, boten in ihrer Zusammensetzung eine grofse Aehnlichkeit dar, aber keine absolute Gleichheit, welche auch, wie schon oben angeführt, nicht erwartet werden durfte. Um nun bestimmter auf eine Beziehung der einzelnen unorganischen Salze zu den verschiedenen näheren Bestandtheilen schliessen zu können, hätten jene Theile der Kartoffeln, deren Asche ich untersuchte, noch einer genauen quantitativen Analyse ihrer organischen Zusammensetzung unterworfen werden müssen. Hätte sich auf solche Weise ein bestimmtes, constantes Verhältnifs zwischen gewissen Salzen und den näheren Bestandtheilen der Kartoffeln herausgestellt: so würde, um diese Bezie-

hungen deutlicher herauszustellen, nichts geeigneter gewesen seyn, als ein Vegetationsversuch, bei welchem dem künstlich zusammensetzenden Boden ein bestimmtes Salz, dessen nothwendige Beziehung zu einem Bestandtheile der Kartoffel man aus den Analysen annehmen zu müssen glaubt, fehlen mufs. Die Untersuchung der in diesem Boden gezogenen Kartoffeln auf diejenige organische Verbindung, deren bestimmte Beziehung zu dem im Boden fehlenden Salze man vermuthet, würde für die Entscheidung der Frage nach der Bedeutung der unorganischen Salze für die Pflanzen von grossem Gewichte gewesen seyn.

An der nach obigen Ansichten zu vollendenden Untersuchung wurde ich zunächst durch den Umstand verhindert, dafs die Kartoffeln, welche mir zu Gebote standen, wegen der vorgeschrittenen Jahreszeit sämmtlich zu keimen begonnen hatten, wodurch natürlich die Untersuchung ihrer organischen Verbindungen unsicher geworden war. Da ich nun für die nächste Zukunft an der Wiederaufnahme meiner Untersuchungen verhindert bin, so wollte ich die Resultate meiner im letzten Winter und Frühjahr ausgeführten Arbeiten, wiewohl unvollendet, schon jetzt der Oeffentlichkeit übergeben.

Die für die Aschenanalysen gewählte Methode ist dieselbe, welche meinen früher veröffentlichten Analysen zu Grunde liegt. Die Kohlensäure habe ich jedoch in den allermeisten Fällen nicht direct bestimmt, sondern unter Zugrundelegung der Formel $2RO + PO^5$ für die phosphorsäuren Salze berechnet. Auf die Bestimmung der Aschenprocente der trocknen Substanz, ohne welche überhaupt alle Aschenanalysen nur einen höchst untergeordneten Werth haben, ist die grösste Sorgfalt verwandt worden; und da es bei dieser ganzen Arbeit vorzüglich auf das Verhältnifs der unorganischen Bestandtheile zu den organischen ankam, so ist zugleich berechnet worden, wie viel von jedem unorganischen Bestandtheile der Asche in 1000 Th. der trocknen, zur Analyse verwandten Substanz enthalten ist, um so eine Vergleichung mit der, gleichfalls

für 1000 Th. zu berechnenden, Zusammensetzung der organischen Masse zu erhalten. Die Trennung des Kali vom Natron ist ebenfalls mit aller Genauigkeit, welche die bekannten Methoden zulassen, bewerkstelligt. Die Menge des auf diese Weise gefundenen Natron war mitunter so klein, daß dieselbe, als innerhalb der Gränzen der Fehlerquellen der analytischen Methode fallend, bei der Auf-
führung der Analyse ganz fortgelassen wäre, wenn ich nicht, aus früher entwickelten Gründen, glaubte, daß jedes im Boden vorhandene lösliche Salz in entsprechender Menge in der Asche der Pflanzen sich wieder finden müsse; und die völlige Abwesenheit eines löslichen Natronsalzes im Boden nicht wohl angenommen werden kann.

Die Resultate der Analysen sind nun folgende:

I. Analyse einer runden gelben Kartoffel (hier runde Zuckerkartoffel genannt).

100 Th. frischer Kartoffeln	enthielten	trockne Sub-
		stanz
		21,36
100 Th. frischer Kartoffeln	geben . . .	1,225 Asche
100 Th. trockner	" " . . .	5,03 "
100 Th. der Asche	enthielten:	

a) nach Abzug der	b) mit berechneter
Kohlensäure.	Kohlensäure.
57,44	48,46 Kali
18,34	15,47 Chlorkalium
0,53	0,44 Chlornatrium
0,42	0,35 Eisenoxyd
0,84	0,71 Kalkerde
2,52	2,12 Magnesia
16,67	14,06 Phosphorsäure
2,72	2,30 Schwefelsäure
0,53	0,44 Kieselsäure
—	15,65 Kohlensäure
100,00.	100,00.

1000 Th. trockner Kartoffel enthalten:

24,35	Kali
7,78	Chlorkalium
0,22	Chlornatrium
0,18	Eisenoxyd
0,36	Kalkerde
1,07	Magnesia
7,07	Phosphorsäure
1,11	Schwefelsäure
0,22	Kieselsäure
7,87	Kohlensäure
<hr/>	
50,23.	

II. Analyse einer hellrothen Kartoffel.

100 Th. frischer Kartoffeln enthalten trockne Substanz 25,27

100 Th. frischer Kartoffeln enthalten . 0,99 Asche

100 Th. trockner " " . 3,91 "

100 Th. Asche enthalten:

a.	b.
51,71	44,37 Kali
17,49	15,00 Chlorkalium
1,52	1,30 Chlornatrium
0,51	0,44 Eisenoxyd
1,13	0,97 Kalkerde
4,13	3,57 Magnesia
15,79	13,57 Phosphorsäure
6,45	5,52 Schwefelsäure
1,25	1,07 Kieselsäure
—	14,19 Kohlensäure
<hr/>	
100,00.	100,00.

1000 Th. trockne Kartoffeln enthalten

17,39	Kali
5,88	Chlorkalium
0,51	Chlornatrium
0,17	Eisenoxyd
0,38	Kalkerde
1,40	Magnesia
5,31	Phosphorsäure
2,17	Schwefelsäure
0,42	Kieselsäure
5,56	Kohlensäure
<hr/>	
39,19.	

III. Analyse einer blauen Kartoffel.

100 Th. frischer Kartoffeln enthielten 22,58 trockne Substanz.

100 Th. frischer Kartoffeln gaben . . 1,00 Asche

100 Th. trockner " " . . 4,44 "

100 Th. Asche enthalten:

a.	b.
55,30	45,94 Kali
15,23	12,65 Chlorkalium
1,15	0,96 Chlornatrium
0,33	0,28 Eisenoxyd
1,00	0,82 Kalkerde
4,63	3,88 Magnesia
18,38	15,27 Phosphorsäure
3,00	2,48 Schwefelsäure
1,00	0,82 Kieselsäure
—	16,92 Kohlensäure
100,02.	100,02.

1000 Th. trockne Kartoffeln enthalten:

20,41 Kali
5,62 Chlorkalium
0,43 Chlornatrium
0,12 Eisenoxyd
0,36 Kalkerde
1,71 Magnesia
6,78 Phosphorsäure
1,10 Schwefelsäure
0,36 Kieselsäure
7,54 Kohlensäure
44,43.

IV. Analyse einer dunkelrothen Kartoffel.

100 Th. frischer Kartoffeln enthalten 27,29 trockne Substanz

100 Th. frische Kartoffeln gaben . . 1,186 Asche

100 Th. trockne " " . . 4,317 "

100 Th. Asche enthalten:

a.	b.
63,06	50,77 Kali
8,09	6,50 Chlorkalium
0,31	0,27 Chlornatrium
0,38	0,32 Eisenoxyd
0,51	0,41 Kalkerde
4,59	3,69 Magnesia
20,39	16,41 Phosphorsäure
2,42	1,95 Schwefelsäure
0,26	0,21 Kieselsäure
—	19,48 Kohlensäure
100,01.	100,01.

1000 Th. trockner Kartoffeln enthalten:

22,07 Kali
2,81 Chlorkalium
0,13 Chlornatrium
0,14 Eisenoxyd
0,18 Kalkerde
1,61 Magnesia
7,13 Phosphorsäure
0,84 Schwefelsäure
0,09 Kieselsäure
8,47 Kohlensäure
43,47.

V. Analyse einer langen gelben Kartoffel (hier lange Zucker- oder holländische Kartoffel genannt.)

100 Th. frischer Kartoffeln enthielten 27,97 trockne Substanz

100 Th. frischer Kartoffeln gaben . . . 1,011 Asche

100 Th. trockner " " " " . . . 3,615 "

100 Th. Asche enthalten:

a.	b.
64,99	51,84 Kali
6,29	5,02 Chlorkalium
0,73	0,58 Chlornatrium
0,53	0,42 Eisenoxyd
1,57	1,25 Kalkerde
3,25	2,60 Magnesia
19,08	15,22 Phosphorsäure
2,93	2,34 Schwefelsäure
0,63	0,50 Kieselsäure
—	20,23 Kohlensäure
100,00.	100,00.

1000 Th. trockner Kartoffeln enthalten:

18,75	Kali
1,81	Chlorkalium
0,21	Chlornatrium
0,15	Eisenoxyd
0,45	Kalkerde
0,94	Magnesia
5,50	Phosphorsäure
0,84	Schwefelsäure
0,18	Kieselsäure
7,32	Kohlensäure
36,15.	

VI. Analyse einer langen rothen Kartoffel mit tief liegenden Augen.

100 Th. frischer Kartoffeln enthielten 21,05 trockne Substanz

100 Th. frischer Kartoffeln gaben . . . 0,55 Asche

100 Th. trockner " " . . . 2,631 "

100 Th. Asche enthalten:

a.	b.
53,05	44,63 Kali
3,86	3,25 Chlorkalium
1,34	1,13 Chlornatrium
2,35	1,98 Eisenoxyd
3,52	2,96 Kalkerde
3,86	3,25 Magnesia
25,50	21,47 Phosphorsäure
5,03	4,24 Schwefelsäure
1,51	1,27 Kieselsäure
—	15,82 Kohlensäure
100,02.	100,00.

1000 Th. trockner Kartoffeln enthalten:

11,66	Kali
0,85	Chlorkalium
0,29	Chlornatrium
0,52	Eisenoxd
0,78	Kalkerde
0,85	Magnesia
5,61	Phosphorsäure
1,11	Schwefelsäure
0,33	Kieselsäure
4,13	Kohlensäure
26,13.	

VII. Analyse einer runden weißen Kartoffel.

100 Th. frischer Kartoffeln enthalten 23,666 trockne Substanz

100 Th. frischer Kartoffeln gaben . 1,047 Asche

100 Th. trockner " " . 4,423 "

100 Th. Asche enthalten:

a.	b.
65,93	51,03 Kali
12,15	9,41 Chlorkalium
0,14	0,11 Chlornatrium
0,59	0,46 Eisenoxyd
1,33	1,04 Kalkerde
4,00	3,10 Magnesia
14,97	11,59 Phosphorsäure
0,44	0,34 Schwefelsäure
0,44	0,34 Kieselsäure
—	22,59 Kohlensäure
99,99.	100,01.

1000 Th. trockner Kartoffeln enthalten:

22,57 Kali
4,16 Chlorkalium
0,05 Chlornatrium
0,20 Eisenoxyd
0,45 Kalkerde
1,37 Magnesia
5,13 Phosphorsäure
0,15 Schwefelsäure
0,15 Kieselsäure
10,00 Kohlensäure
44,23.

Von diesen Kartoffeln waren No. 1, 2, 3, 5, 7 auf ein und derselben Feldmark, wiewohl nicht völlig gleichmäßigem Boden, welcher aus gutem und mittelgutem Sandboden besteht, gewachsen; No. 4 und 6 aber waren entfernteren Feldern entnommen. Der Boden auf welchem No. 6 gewachsen, ist ein Niederungsboden, in welchem

sich häufig Raseneisenstein vorfindet. Wie die Analyse zeigt, war der Eisengehalt, der auf demselben gewachsenen Kartoffeln gegen alle übrigen bedeutend vermehrt. Auch enthalten diese Kartoffeln am meisten Kalkerde; der Unterschied tritt, wegen der geringen Aschenprocente natürlich in der Zusammensetzung der Asche viel bedeutender auf, als in der Zusammensetzung der ganzen trocknen Substanz. In allen übrigen Kartoffeln ist der Gehalt an Kalkerde auffallend gering, so daß man bei der Bestimmung des Nahrungswerthes der Kartoffeln darauf Rücksicht zu nehmen hat. Auch will man in Branntweinbrennereien, wo das Vieh nur mit Schlempe gefüttert wurde die Bemerkung gemacht haben, daß solches Vieh schwach in den Knochen wurde. Wie in allen Getreidearten findet sich auch in den Kartoffeln mehr Magnesia als Kalkerde.

Eine bestimmte Beziehung zwischen den Aschenprocenten der frischen Kartoffeln und dem Gehalt derselben an festen Bestandtheilen findet nicht statt. An festen Bestandtheilen ärmere Kartoffeln enthalten die größten Aschenprocente, während andererseits die am wenigsten wässerigen auch nicht die geringsten Aschenprocente enthalten.

Es mögen nun die Aschenanalysen der nach früher angeführter Methode dargestellten Theile der Kartoffeln folgen.

A. Analysen von Kartoffelschalen.

100 Th. trockner, von den früher sub No. II. angeführten Kartoffeln genommener Schalen gaben 8,733 Asche

100 Th. Asche enthielten:

3.07	
8.02	
8.80	
6.04	
10.0	
3.71	
0.13	
3.10	
30.51	
100.01	

a.	b.
72,86	51,71 Kali
3,25	2,30 Chlorkalium
1,95	1,38 Chlornatrium
2,40	1,71 Eisenoxyd
7,27	5,16 Kalkerde
7,01	4,98 Magnesia
2,92	2,07 Phosphorsäure
0,40	0,30 Schwefelsäure
1,95	1,38 Kieselsäure
—	29,02 Kohlensäure
100,01.	100,01.

1000 Th. trockner Schalen enthalten:

45,15 Kali
2,01 Chlorkalium
1,21 Chlornatrium
1,49 Eisenoxyd
4,51 Kalkerde
4,35 Magnesia
1,81 Phosphorsäure
0,24 Schwefelsäure
1,21 Kieselsäure
25,35 Kohlensäure
87,33.

100 Th. frischer Kartoffeln enthielten nach einem Versuche 0,35 trockne Schalen.

100 Th. trockner, von den früher sub No. III aufgeführten Kartoffeln entnommener Schalen gaben 10,320 Asche.

100 Th. Asche enthielten:

a.	b.
68,10	47,31 Kali
4,31	2,99 Chlorkalium
2,07	1,44 Chlornatrium
3,02	2,10 Eisenoxyd
8,89	6,17 Kalkerde
6,04	4,20 Magnesia
3,71	2,57 Phosphorsäure
0,43	0,30 Schwefelsäure
3,45	2,39 Kieselsäure
—	30,54 Kohlensäure
99,98.	100,01.

1000 Th. trockner Schalen enthalten:

48,83	Kali
3,08	Chlorkalium
1,48	Chlornatrium
2,16	Eisenoxyd
6,36	Kalkerde
4,33	Magnesia
2,66	Phosphorsäure
0,31	Schwefelsäure
2,47	Kieselsäure
31,52	Kohlensäure
103,20.	

10 St. Kartoffeln, im Gewichte von 326,1 Grm. gaben 1,021 trockne Schalen; 100 Th. frischer Kartoffeln enthalten darnach 0,313 trockne Schalen.

100 Th. trockner, von den sub VII aufgeführten Kartoffeln gewonnener Schalen gaben 9,724 Asche

100 Th. Asche enthielten:

a.	b.
69,56	49,88 Kali
1,14	0,81 Chloralkalien
3,07	2,20 Eisenoxyd
12,72	9,12 Kalkerde
7,02	5,03 Magnesia
3,51	2,52 Phosphorsäure
0,35	0,25 Schwefelsäure
2,63	1,89 Kieselsäure
—	28,30 Kohlensäure
100.	100,00.

1000 Th. trockner Schalen enthalten:

48,51	Kali
0,79	Chloralkalien
2,14	Eisenoxyd
8,87	Kalkerde
4,89	Magnesia
2,45	Phosphorsäure
0,24	Schwefelsäure
1,83	Kieselsäure
27,52	Kohlensäure
97,24.	

Die Asche der Kartoffeln besteht demnach zum größten Theile aus kohlensaurem Kali; ob die Kohlensäure schon in der unverbrannten Substanz enthalten war, konnte nicht leicht entschieden werden, da sich die Schalen nicht so fein pülvern lassen, als es nöthig ist, um die Kohlensäure durch stärkere Säuren austreiben zu können.

Von den Kartoffeln No. III ließen sich die Schalen am leichtesten abziehen und am vollständigsten rein von fremden Anhängseln erhalten: die von ihnen gewonnenen Schalen geben, wahrscheinlich dieserhalb, die meiste Asche.

Unter Kieselsäure ist bei allen Analysen die ganze in der Asche gefundene Quantität aufgeführt; der als Sand beigemengte Theil derselben mußte natürlich in der Asche der Schalen am beträchtlichsten seyn.

Die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der Aschen der verschiedenen Schalen ist jedenfalls so groß, daß man dieselben nicht, wie man es wohl von den Aschen der Baumrinden behauptet hat, als Excremente der Pflanzen betrachten kann.

B. Aschenanalysen von Kartoffel-Faser (und der ihr beigemengten Substanzen).

Die Kartoffeln, von denen die Faser auf die früher angegebene Art gewonnen wurde, waren entweder abgeschält oder mit Schale verarbeitet; aber auch in letzterem Falle bleiben nur geringe Mengen von Schale auf dem Sieb bei der Faser zurück.

100 Th. trockner Faser, von abgeschälten Kartoffeln No. II. erhalten, gaben 1,038 Asche.

100 Th. Asche enthalten:

a.	b.
18,59	13,47 Kali
3,26	2,36 Chloralkalien
0,87	0,63 Eisenoxyd
42,72	30,94 Kalkerde
7,93	5,75 Magnesia
22,17	16,07 Phosphorsäure
?	? Schwefelsäure
4,45	3,23 Kieselsäure
—	27,57 Kohlensäure
<u>99,99.</u>	<u>100,02.</u>

1000 Th. trockner Faser enthalten:

1,40 Kali
0,24 Chloralkalien
0,07 Eisenoxyd
3,21 Kalkerde
0,60 Magnesia
1,67 Phosphorsäure
? Schwefelsäure
0,33 Kieselsäure
2,86 Kohlensäure
<u>10,38.</u>

100 Th. trockner, von ungeschälten Kartoffeln No. I
erhaltener, Faser gaben 1,258 Asche.

100 Th. Asche enthielten:

a.	b.
22,48	16,95 Kali
2,24	1,69 Chloralkalien
0,89	0,68 Eisenoxyd
39,33	29,66 Kalkerde
6,74	5,08 Magnesia
25,84	19,49 Phosphorsäure
?	? Schwefelsäure
2,47	1,86 Kieselsäure
—	24,58 Kohlensäure
<u>99,98.</u>	<u>99,99.</u>

1000 Th. trockner Faser enthalten:

2,13	Kali
0,21	Chloralkalien
0,085	Eisenoxyd
3,74	Kalkerde
0,64	Magnesia
2,455	Phosphorsäure
0,23	Kieselsäure
3,09	Kohlensäure
<u>12,58.</u>	

100 Th. trockner, von geschälten Kartoffeln No. VI. erhaltener Faser, gaben 0,895 Asche.

100 Th. Asche enthielten:

a.	b.
5,82	4,03 Kali
2,32	1,61 Chloralkalien
1,17	0,81 Eisenoxyd
59,30	41,13 Kalkerde
8,14	5,65 Magnesia
19,77	13,71 Phosphorsäure
3,49	2,42 Kieselsäure
?	? Schwefelsäure
<u>100,01.</u>	<u>30,65 Kohlensäure</u>
	100,01.

1000 Th. trockner Faser enthalten:

0,36	Kali
0,14	Chloralkalien
0,07	Eisenoxyd
3,68	Kalkerde
0,51	Magnesia
1,23	Phosphorsäure
?	Schwefelsäure
0,22	Kieselsäure
2,74	Kohlensäure
<u>8,95.</u>	

100 Th. trockner, von geschälten Kartoffeln No. VII
erhaltener Faser, gaben 0,764 Asche.

100 Th. Asche enthielten:

a.	b.
8,51	6,30 Kali
3,19	2,36 Chloralkalien
1,06	0,80 Eisenoxyd
50,00	37,01 Kalkerde
7,45	5,51 Magnesia
27,66	20,48 Phosphorsäure
?	? Schwefelsäure
2,13	1,57 Kieselsäure
—	25,98 Kohlensäure
<u>100,00.</u>	<u>100,01.</u>

1000 Th. trockner Faser enthalten:

0,48 Kali
0,18 Chloralkalien
0,06 Eisenoxyd
2,83 Kalkerde
0,42 Magnesia
1,56 Phosphorsäure
? Schwefelsäure
0,12 Kieselsäure
1,99 Kohlensäure
<u>7,64.</u>

C. Aschenanalysen des vom Eiweiß befreiten Kartoffelsaftes.

100 Th. trocknen, von Kartoffeln No. II erhaltenen,
Extractes gaben 36,483 Asche:

100 Th. Asche enthielten:

a.	b.
58,92	49,21 Kali
13,38	11,18 Chloralkalien
0,18	0,15 Eisenoxyd
1,05	0,88 Kalkerde
4,22	3,53 Magnesia
18,13	15,15 Phosphorsäure
3,99	3,33 Schwefelsäure
0,11	0,10 Kieselsäure
—	16,47 Kohlensäure
<u>99,98.</u>	<u>100,00.</u>

1000 Th. trocknen Extractes enthalten:

179,54	Kali
40,77	Chloralkalien
0,54	Eisenoxyd
3,22	Kalkerde
12,89	Magnesia
55,26	Phosphorsäure
12,16	Schwefelsäure
0,36	Kieselsäure
60,09	Kohlensäure
364,83.	

100 Th. trockner, aus Kartoffeln No. I erhaltenen, Extractes gaben 23,449 Asche.

100 Th. Asche enthielten:

a.	b.
60,32	49,74 Kali
18,10	14,92 Chloralkalien
0,32	0,26 Eisenoxyd
0,95	0,78 Kalkerde
2,70	2,23 Magnesia
14,44	11,91 Phosphorsäure
3,17	2,62 Schwefelsäure
Spur	Spur Kieselsäure
—	17,54 Kohlensäure
100,00.	100,00.

1000 Th. trocknen Extractes enthalten:

116,63	Kali
34,99	Chloralkalien
0,61	Eisenoxyd
1,84	Kalkerde
5,22	Magnesia
27,93	Phosphorsäure
6,14	Schwefelsäure
Spur	Kieselsäure
41,13	Kohlensäure
234,49.	

Bei weitem die meisten unorganischen Salze finden sich, nach vorstehenden Analysen, in dem Saft der Kartoffeln. Aber die Aschenprocente der trocknen Extracte verschiedener Kartoffeln sind sehr verschieden; 100 Th. des trocknen Extractes der Kartoffeln No. VI gaben 12,4 Asche, und, obgleich daher jene Kartoffeln die kleinste Menge Asche enthielten, so war die Menge der festen Bestandtheile ihres Saftes nicht unbedeutend. Der verschiedene Aschengehalt der Extracte wird jedoch nicht befremden, wenn man bedenkt, wie sie auch die organische Bestandtheile in sehr verschiedenen Mengen enthielten. Spiritus löste von dem einen Extract weit mehr, als von dem anderen. Eine vollständige quantitative Analyse der Extracte wäre daher vor allen Dingen wünschenswerth.

D. Aschenanalyse des Kartoffeleiweifs.

100 Th. trocknes Eiweifs enthalten, nach Abzug der Schwefelsäure, der Kohlensäure und des Chlors, 0,683 Asche.

100 Th. der Asche enthielten:

44,68	Alkali
17,50	Eisenoxyd
8,04	Kalkerde
2,12	Magnesia
27,66	Phosphorsäure
100,00.	

1000 Th. trocknes Eiweifs enthalten:

3,05	Alkali
1,20	Eisenoxyd
0,55	Kalkerde
0,14	Magnesia
1,89	Phosphorsäure
6,83.	

Ob die Quantität des Eisens in irgend welcher nothwendigen Beziehung zu dem Eiweifs stehe, oder ob das phosphorsaure Eisenoxyd durch Vermittelung des Eiweifs in

Lösung erhalten, und mit demselben ausgeschieden wurde, müssen weitere Versuche lehren. Von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, welche nach anderen Angaben (Liebig's Handb. der organ. Chemie) in größerer Menge dem Kartoffeleiweiß beigemischt seyn soll, fand ich fast nur eine Spur.

Die trockne Stärke der Kartoffeln hinterließ beim Verbrennen noch nicht ganz zweizehntel Procent Asche, welche eben ihrer geringen Menge halber nicht weiter untersucht wurde. Die Stärke macht den größten Theil der trocknen Substanz der Kartoffeln aus; die Abwesenheit der unorganischen Salze in derselben erklärt, weshalb die Aschenprocente der frischen Kartoffeln nicht mit der trocknen Substanz derselben ab- und zunehmen.

Ein Umstand, welcher Untersuchungen, wie die vorstehenden, besonders erschweren und unsicher machen kann, ist der, daß selbst die Kartoffeln ein und derselben Art, wenn sie auf etwas verschiedenartigem Boden gewachsen sind, verschieden zusammengesetzt seyn können. Diefes war theilweise mit den Kartoffeln No. II der Fall: in verschiedenen Knollen derselben fand ich ungleiche Quantitäten Chlor. Die Art der Untersuchung war eine solche, daß das Chlor nicht verflüchtigt werden konnte; auch habe ich bei den übrigen Kartoffeln eine solche Verschiedenheit nicht wahrgenommen.

VI. Ueber die angeblichen Pseudomorphosen des
Serpentins nach Amphibol, Augit und Olivin;
von Th. Scheerer¹⁾.

Sowohl in Bezug auf den polymeren Isomorphismus, als auch zur näheren Erforschung gewisser Pseudomorphosen²⁾ war es mir von ganz besonderem Interesse, die Serpentine und serpentinartigen Mineralien einer genauen chemischen und mineralogischen Prüfung zu unterwerfen; eine Arbeit, deren Ergebnisse ich binnen Kurzem zu veröffentlichen gedenke. Unter den Serpentinien sind es namentlich die von Snarum in Norwegen und Easton in Pensylvanien, welche durch ihr Auftreten in scharf ausgebildeten Krystallgestalten eine erhöhte Wichtigkeit für die Mineralogie gewinnen. Die Krystalle des Serpentins von Easton, mit denen wir uns hier vorzugsweise beschäftigen wollen, hat G. Rose³⁾ krystallographisch untersucht und dabei die Ueberzeugung erlangt:

- 1) dafs an dem genannten Fundorte zwei verschiedene Arten jener Krystalle vorkommen,
- 2) dafs die eine Art derselben, dem Anscheine nach, den morphologischen Habitus der Hornblende an sich trägt und
- 3) dafs die andere Art, wie sich aus Winkelmessungen mittelst eines Reflexions-Goniometers ergibt, eine der Augitform sehr ähnliche Gestalt besitzt.

Aus diesen Thatsachen glaubt G. Rose schliessen zu dürfen: dafs die *Eastoner Serpentin*krystalle *Pseudomorphosen von Serpentin nach Amphibol und Augit* seyen.

Wenn mich auch die bekannte Genauigkeit Rose'scher Beobachtungen das hier angegebene Sachverhältnifs nicht

1) Im Auszuge mitgetheilt in den Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Jahrgang 1854, No. 7 (S. 105)

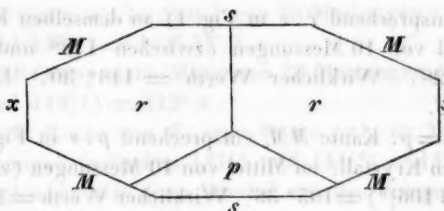
2) Poggendorff's Ann. Bd. 89, S. 1.

3) Ebendasselbst, Bd. 82, S. 511.

im mindesten bezweifeln liefs, so erschien mir doch der daraus gezogene Schluss nicht vollkommen motivirt; und zwar um so weniger, als einige in meiner Sammlung befindliche Stücke des Eastoner (amphibolitischen) Serpentin keinesweges eine Beschaffenheit an sich trugen, welche auf eine pseudomorphe Bildung — im gewöhnlichen Sinne — hätte schliessen lassen. Jedoch war der Fall denkbar, da unrichtige Angaben von Fundstätten schon oft zu Irrthümern Veranlassung gegeben haben, dafs mein Serpentin und der Rose'sche nicht von dem nämlichen Fundorte stammten. Vor Allem handelte es sich also darum, diesen Zweifel durch Autopsie zu heben. Die allen wissenschaftlichen Zwecken stets dienstwillige Gefälligkeit meines hochverehrten Freundes setzte mich hierzu in den Stand. Die Vergleichung ergab auf das Unzweifelhafteste, dafs beide amphibolitischen Serpentine — begleitet von einem lichtgrauen, etwas magnesiahaltigen kohlelsauren Kalk (Marmor) — von völlig übereinstimmender Beschaffenheit waren. Die nämliche Beschaffenheit zeigte ein, mit der Etiquette »Easton in Pennsylvanien« versehenes Serpentinstück der hiesigen akademischen Sammlung. Es kann also wohl als ausgemacht gelten, dafs dieser amphibolitische Serpentin an der bezeichneten Localität vorkommt. Was dagegen den anderen von G. Rose untersuchten Serpentin betrifft, welcher durch eine augitische Form charakterisirt ist und angeblich ebenfalls von Easton stammen soll, so wage ich über die Richtigkeit letzterer Angabe nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden; den Grad ihrer Wahrscheinlichkeit möge man aus einigen weiter unten angeführten Daten beurtheilen.

In dem Folgenden erlaube ich mir die Resultate vorzulegen, welche ich bei der Untersuchung der morphologischen Verhältnisse beider Serpentinarten erhielt.

A) *Serpentin in amphibolitischer Form.* Der Flächencomplex, mit welchem die Krystalle dieses Serpentin auftreten, ist der nebenstehende, wie ihn bereits G. Rose in seiner citirten Abhandlung angegeben hat. Da die Winkel



kel an dem betreffenden (aufgewachsenen, etwa 1 Zoll langen, $\frac{3}{4}$ Zoll breiten und $\frac{1}{2}$ Zoll dicken) Krystall sich nur mittelst des Anlege-Goniometers messen lassen, so traf ich Vorkehrungen zur möglichst genauen Ausführung dieser Operation, und prüfte die Genauigkeit meiner Methode durch Messung folgender bekannter Krystallwinkel.

Rhombendodekaëder-Winkel an einem größeren Granatkrystall mit wenig glänzenden, aber vollkommen eben ausgebildeten Flächen und scharfen Kanten; im Mittel von 5 Messungen (deren Werthe zwischen $119\frac{3}{4}^{\circ}$ und $120\frac{3}{8}^{\circ}$ fielen) $= 120^{\circ} 4\frac{1}{2}'$. Wirklicher Werth $= 120^{\circ}$. Differenz $= +0^{\circ} 4\frac{1}{2}'$.

Hexagonaler Pyramiden-Winkel an einem scharf ausgebildeten Quarzkrystall mit vollkommen spiegelnden Flächen; im Mittel von 10 Messungen (zwischen 133° und $133\frac{3}{4}^{\circ}$) $= 133^{\circ} 25\frac{1}{2}'$. Wirklicher Werth $= 133^{\circ} 44'$. Differenz $= +0^{\circ} 18\frac{1}{2}'$.

$\propto P (= M : M)$ an einem Krystalle basaltischer Hornblende — ungefähr von der Größe des zu messenden amphibolitischen Serpentinkrystals — mit wenig glänzenden, aber eben ausgebildeten Flächen, und etwas abgerundeten Kanten; im Mittel von 10 Messungen (zwischen $123\frac{1}{2}^{\circ}$ und $124\frac{3}{4}^{\circ}$) $= 124^{\circ} 11'$. Wirklicher Werth $= 124^{\circ} 30' 1)$. Differenz $= +0^{\circ} 19'$.

- 1) Nach einer Privat-Mittheilung meines Collegen, Bergraths Breithaupt, ist dieser Winkel, nach dessen neuesten Messungen der basaltischen Hornblende, $= 124^{\circ} 16'$. Hiervon würde meine obige Bestimmung also nur um $+0^{\circ} 5'$ differiren.

P (entsprechend $r:r$ in Fig. 1) an demselben Krystall; im Mittel von 10 Messungen (zwischen 148° und 149°) $= 148^\circ 28'$. Wirklicher Werth $= 148^\circ 30'$. Differenz $= +0^\circ 2'$.

oP ($=p$: Kante MM , entsprechend $p:s$ in Fig. 1) an demselben Krystall; im Mittel von 10 Messungen (zwischen 105° und $106\frac{1}{2}^\circ$) $= 105^\circ 36'$. Wirklicher Werth $= 104^\circ 50'$. Differenz $= +0^\circ 46'$.

oP : Kante von P ($=p$: Kante rr) an demselben Krystall; im Mittel von 10 Messungen (zwischen 148° und $149\frac{3}{4}^\circ$) $= 148^\circ 52\frac{1}{2}'$. Wirklicher Werth $= 148^\circ 30'$. Differenz $= +0^\circ 22\frac{1}{2}'$.

Die Beobachtungsfehler bei den Mittelwerthen dieser 6 Winkelbestimmungen liegen folglich zwischen den Gränzen $+0^\circ 18\frac{1}{2}'$ und $+0^\circ 46'$ also innerhalb eines Spielraumes von $1^\circ 4\frac{1}{2}'$, oder ungefähr von $1\frac{1}{12}^\circ$.

Nach diesen vorbereitenden Bestimmungen wurde zur Messung des amphibolitischen Serpentinkrystalls (Fig. 1) geschritten. Es ergaben sich hierbei folgende mittleren Winkelwerthe.

1) ∞P ($=M:M$) war an dem gedachten Krystall nicht gut meßbar, theils wegen Streifung der Flächen, theils — und dieß war ganz besonders hinderlich — wegen der Aufwachsung des Krystalls. Letztere verhinderte, daß die Flächen MM beim Messen mit dem Anlege-Goniometer in eine Lage gebracht werden konnten, welche das Durchfallen des Tage- oder Lampenlichtes zwischen diesen Flächen und den Goniometerschenkeln gestattete. Ein genaues Visiren war daher nicht möglich. Messungen an einem, von dem betreffenden Theile des Krystalls genommenen Gypsabguß, sowie Messungen an einigen kleinen Krystallbruchstücken aus meiner Sammlung ergaben mit Uebereinstimmung wenigstens soviel, daß der Winkel $M:M$ dem entsprechenden Winkel der Hornblende sehr nahe liegt, und jedenfalls zwischen die Gränzen $123\frac{3}{4}^\circ$ und 125° fallen müsse.

2) $P (= r:r)$, im Mittel von 20 Messungen (zwischen 143° und $145\frac{1}{2}^\circ$) $= 143^\circ 57' 1''$.

3) $oP (= p:s)$, im Mittel von 20 Messungen, (zwischen 111° und $113\frac{1}{4}^\circ$) $= 112^\circ 4'$.

4) oP : Kante von $P (= p$: Kante $rr)$, im Mittel von 20 Messungen (zwischen $141\frac{1}{2}^\circ$ und $144\frac{3}{4}^\circ$) $= 142^\circ 53'$.

Vergleichen wir diese Winkel mit den entsprechenden der Hornblende, so ergiebt sich:

	beim Amphibol:	beim Serpentin:	Differenz:
I. $r:r$	148° 30'	143° 57'	+ 4° 33'
II. $p:s$	104 50	112 4	+ 7 14
III. $p:rr$	148 30	142 53	+ 5 37

Zugegeben, dafs wegen der im Allgemeinen schwierigen Messung dieser Winkel im Vergleich zu den zuvor gemessenen — obwohl dieselbe durch die doppelte Anzahl der Beobachtungen einigermafsen compensirt werden mufste — der hiervon abhängige Spielraum für die Beobachtungsfehler den zuvor gefundenen, $= 1\frac{1}{2}^\circ$, übersteigen mag, so können doch durch eine solche Annahme jene sehr erheblichen Differenzen keineswegs erklärt werden. Eine solche Erklärung würde für die mittleren Beobachtungsfehler einen Spielraum zwischen $+5^\circ 37'$ und $+7^\circ 14'$, also von nicht weniger als $12^\circ 51'$ voraussetzen! Zur Unmöglichkeit wird aber diese Erklärung dadurch, dafs selbst diejenigen (directen, nicht mittleren) Beobachtungswerte der drei Winkel I., II. und III., welche den entsprechenden Amphibolwinkeln relativ am nächsten stehen — nämlich $145\frac{1}{2}^\circ$, 111° und $144\frac{3}{4}^\circ$ (siehe oben) — noch um respective $+3^\circ$, $+6^\circ 10'$ und $+3^\circ 45'$ davon verschieden sind.

In den Messungsergebnissen bietet sich also kein Ausweg, welcher zu einer muthmafslichen wirklichen Amphibolform dieses Serpentinkrystalles führen könnte. Um diese Form zu retten, müfste man sein Mifstrauen auf den Krystall

1) Hieraus ergiebt sich die Neigung von $r:x = 108^\circ 11'$.

An einem in meiner Sammlung befindlichen kleinen Bruchstücke eines Krystalles erhielt ich diesen Winkel im Mittel von 20 Messungen (zwischen $106\frac{1}{2}^\circ$ und $109\frac{1}{2}^\circ$) $= 108^\circ 18'$.

selbst richten. Könnte dieser Krystall (welcher sowohl G. Rose's als dem größten Theile meiner Beobachtungen zum Grunde lag) nicht an einer unregelmäßigen Ausbildung seiner Flächen leiden? Könnte er nicht ein sogenanntes verdrücktes Exemplar seyn?

Verdrückte Krystalle in einer Matrix entstehen hauptsächlich dadurch, daß Matrix und Krystall ziemlich zu gleicher Zeit fest wurden. Diefs ist z. B. bei Quarz und manchen Feldspäthen der Fall gewesen. Man findet nicht selten an einer und derselben Fundstätte Feldspathkrystalle in Quarz und Quarzkrystalle in Feldspath eingeschlossen; im Schriftgranit sehen wir beide Mineralien im Kampfe um den Act des Zuerstkrystallisirens, ohne daß eines derselben einen entschiedenen Sieg davon getragen hätte. Solche Krystalle geniren einander gegenseitig, und passen ihre Form den Umständen an. Ihre Flächen und Kanten sind mehr oder weniger gebogen, zum Theil verkrüppelt ausgebildet, und ihr ganzer Habitus ist nicht selten ein gewundener. Keins dieser Symptome giebt sich an unserem Serpentin-Krystall zu erkennen. Allem Anschein nach ist sein ganzer oberer Theil früher in krystallinischem kohlen-saurem Kalk eingewachsen gewesen, während sein unteres Ende auf derbem Serpentin aufsitzt. Von den Snarumer Serpentinkrystallen zeigen sich nur solche mitunter verdrückt, welche in Titaneisen ¹⁾, Hydrotalkit u. s. w. vorkommen, während die in krystallinischem Magnesit eingewachsenen, die sich zugleich am leichtesten aus ihrer Matrix herauslösen lassen, stets ganz regelrecht ausgebildet sind. Kohlensaurer Kalk, Dolomit und Magnesit scheinen überall eine zum Auskrystallisiren von Silicaten besonders günstige Matrix gebildet zu haben. Der größte Theil der schönen Arendaler und Christiansander Mineralien verdankt dieser Matrix seine vollkommene Formausbildung.

Allein was man auch von der morphologischen Beschaf-

- 1) Man findet sowohl Serpentinkrystalle im Titaneisen, als Titaneisenkrystalle im Serpentin, zum Zeichen einer fast gleichzeitigen Bildung (Krystallisation) beider Mineralien.

fenheit des untersuchten Krystalls halten möge, jedenfalls ist diese Beschaffenheit — obwohl der Amphibolform *verwandt* — keine solche, das daraus eine wirkliche *Identität* mit der Amphibolform deducirt werden könnte. Unmöglich läßt sich also daraus auf eine pseudomorphe Bildung nach Hornblende schließen.

Möglicherweise können spätere Beobachtungen an anderen Krystallen des Eastoner amphibolitischen Serpentin ergeben, daß die Formähnlichkeit dieses Minerals mit Hornblende eine größere sey, als die jetzt angestellten Beobachtungen herausgestellt haben. Diefs würde mich immer noch nicht von der pseudomorphen Beschaffenheit dieser Krystalle überzeugen können, und zwar aus folgenden Gründen.

Während die fraglichen Serpentinkrystalle an ihrer Oberfläche gewöhnlich trübe und wachsglänzend bis matt erscheinen, bieten sie in ihrem Innern — bis wohin die, alle Hydro-Magnesia-Silicate vorzugsweise leicht angreifende atmosphärische Verwitterung nicht hat dringen können — einen ganz andern Anblick dar. Wir gewahren hier eine das Innere des Krystalls stetig ausfüllende, grünlich gelbe, stark durchscheinende krystallinische Masse, mit drei deutlichen Blätterdurchgängen. An frischen Spaltungsstücken treten sämtliche, diesen Blätterdurchgängen entsprechende Flächen mit Glasglanz auf. Der Querbruch des Minerals ist muschlig bis flachmuschlig; und auch diese muschligen Bruchflächen sind glasglänzend. Ein kleinerer Krystall (mit abgebrochener Endspitze), welchen ich durch verdünnte Salzsäure aus seiner Marmor-Matrix herauslöste, zeigte sich in seiner gesamten Masse von derartiger Frische der Constitution. Eine chemische Analyse, mit ausgesuchten reinen Spaltungsstücken angestellt, ergab vollkommen die Zusammensetzung eines Serpentin¹⁾. Von den

1) Nach meinen Untersuchungen umfaßt die Serpentinfamilie Mineralien von wesentlich verschiedener Zusammensetzung. Bei der Publication der betreffenden, bereits beendeten Analysen werde ich auch dieses Eastoner Serpentin gedenken.

drei Blätterdurchgängen laufen zwei den Flächen des Haupt-Prismas parallel; der dritte ist parallel dem *klinodiagonalen* Hauptschnitte. Wenn nun die gedachten Krystalle Pseudomorphosen, und zwar Pseudomorphosen nach Hornblende wären, wie wäre da eine solche Beschaffenheit ihrer Masse zu deuten? Von allen bekannten Amphibolarten ist mir nur der Anthophyllit als eine Hornblende bekannt, welche eine Spaltungsrichtung *parallel dem klinodiagonalen Hauptschnitte* besitzt. Allein der Anthophyllit ist eine fast nur derb in strahlig krystallinischen Aggregaten vorkommende Amphibol-species; niemals, weder zu Kongsberg noch Modum, habe ich Krystalle mit Endzuspitzung gesehen. Unser Serpentin aber zeigt — an allen mir zu Gesicht gekommenen Stücken — nirgends einen solchen strahlig krystallinischen Habitus, und scheint nichts weniger als eine Antipathie gegen Endspitzen-Ausbildung zu haben. Dafs unter den nicht wenig zahlreichen Krystallen desselben, welche mir zu Gebote standen, sich nur einer mit vollkommener Endzuspitzung befand, liegt einzig und allein in dem zufälligen Umstande einer mechanischen Beschädigung, welche in mehreren Fällen noch sehr deutliche Reste früher vorhandener Endflächen zurückgelassen hat. Ueberdies habe ich gezeigt, dafs die dem Prisma $\propto P$ am Kongsberger Anthophyllit entsprechenden Spaltungsflächen einen Winkel von sehr nahe $= 125^{\circ} 30'$ ($125^{\circ} 28' - 125^{\circ} 35'$) bilden ¹⁾. Entsprechende Spaltungsstücke unseres Serpentin, welche ich mittelst des Reflexions-Goniometers mafs, ergaben mit Bestimmtheit — wie bereits oben angedeutet — eine dem Prismenwinkel gewöhnlicher basaltischer Hornblende nahe stehende Neigung von jedenfalls unter 125° , ja schwerlich über 124° bis $124\frac{1}{2}^{\circ}$.

Wie wäre es ferner zu erklären, dafs eine pseudomorphe Masse — durch Fortführung von Kalkerde, Eisenoxydul und Kieselsäure, und gleichzeitige Aufnahme von Talkerde und Wasser gebildet — so vollkommen ihre ursprüngliche Structur behauptet hätte, dafs sie glänzende Spaltungs-

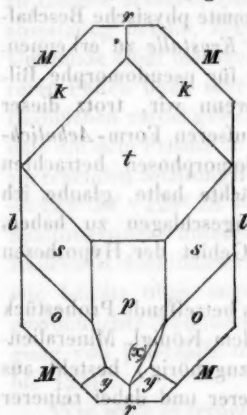
1) Poggendorff's Ann. Bd. 84, S. 354.

flächen und glänzenden Querbruch besäße? Bei Pseudomorphosen, welche durch einfachen Verlust eines (namentlich der Gasgestalt befähigten) Bestandtheils entstanden, ist dieß möglich; aber schwerlich bei Pseudomorphosen, welche das Product complicirterer chemischer Processe sind. Die Natur müßte hier mit einer ins Wunderbare hineinragenden Subtilität gearbeitet haben; mit einer Subtilität, welche sich noch weiter erstreckt, als sich aus dem bereits Angegebenen ergibt. Denn die Spaltbarkeit unseres Serpentin ist nicht etwa eine trügerische Maske, hinter welcher sich die Molecular-Unordnung einer pseudomorphen Substanz geschickt verbirgt, sondern dieselbe tritt in Verbindung mit der normalen Constitution eines *homogen krystallinischen Körpers* auf. Dünne Spaltungslamellen frischer Bruchstücke, unter dem Mikroskope im polarisirten Lichte untersucht, zeigen vollkommen scharf und deutlich die gewöhnlichen Lichtphasen eines anisometrisch krystallisirten Körpers.

Die Krystalle des amphibolitischen Serpentin von Easton geben sich folglich durch ihre gesammte physische Beschaffenheit als *ächte und ursprüngliche Krystalle* zu erkennen. Würde uns eine gewisse Vorliebe für pseudomorphe Bildungen nicht etwas weit führen, wenn wir, trotz dieser Thatsachen — nur wegen einer äußeren Form-*Aehnlichkeit* — diese Krystalle als Pseudomorphosen betrachten wollten? Indem ich dieselbe für ächte halte, glaube ich denjenigen Weg der Deutung eingeschlagen zu haben, welcher am wenigsten durch das Gebiet der Hypothesen führt.

B) Serpentin in Augitform. Das betreffende Probestück (gleich dem zuvor beschriebenen, dem Königl. Mineralien-Cabinet der Berliner Universität zugehörig) besteht aus einem Serpentine von etwas dunklerer und dabei reinerer grüner Farbe als die des amphibolitischen Serpentin von Easton. Nirgends ist daran eine Spur von dem für letzteren charakteristischen lichtgrauen Marmor zu bemerken; auch gewahrt man kein anderes beibrechendes Mineral, welches auf eine Vermuthung hinsichtlich der Fundstätte

leiten könnte. Dafs diese ebenfalls, wie die Etiquette besagt, Easton in Pensylvanien sey, wird also durch kein erkennbares Merkmal an der Stufe selbst bestätigt. Wenn auch dieser Serpentin möglicherweise aus jener Gegend stammen mag, so findet er sich dort wahrscheinlich nicht genau an demselben Fundorte und unter denselben Verhältnissen. Die in Rede stehende Stufe ist anscheinend ein kleines Bruchstück einer flach schalenförmigen Serpentin-Partie, welche mit ihrer einen Fläche auf dem Gestein aufsafs, und auf der entgegengesetzten Seite mit zahlreichen Krystallen von jener eigenthümlichen Form bedeckt war. Obgleich das ganze Probestück, welches den Weg von seinem Fundorte bis in die Hände des Beobachters glücklich zurückgelegt hat, kaum den cubischen Inhalt eines Viertel-Quadratzolles erreicht, bietet es doch sehr interessante Verhältnisse dar. Es befinden sich daran nicht weniger als acht Serpentinkrystalle von im Wesentlichen gleicher Form, deren grösster, freistehendster und am voll-



ständigsten ausgebildeter ungefähr 4 Linien lang und 3 Linien breit ist. Die an diesem Krystall auftretende Combination von Gestalten zeigt nebenstehende Figur in einer Horizontal-Projection. Aufser den mit Buchstaben bezeichneten Flächen, welche sämmtlich bereits von G. Rose beobachtet wurden, findet sich daran — wie in der Figur angedeutet — noch eine kleine, aber vollkommen scharf entwickelte Abstumpungsfläche zwischen p und y , die wir mit x bezeichnen wollen.

Die von G. Rose mit grosser Sorgfalt und Genauigkeit, mittelst des Reflexions-Goniometers, gemessenen Winkel stimmen zum gröfseren Theile sehr nahe mit entsprechenden Augitwinkeln überein. Trotz dieser Uebereinstimmung aber

darf es unserer Beachtung nicht entgehen, dafs der relativ am meisten abweichende Winkel gerade einer der, für die Speciesbestimmung, meist wesentlichen ist; nämlich die Neigung von $P\infty$ zum orthodiagonalen Hauptschnitt.

Nach Breithaupt's zahlreichen Messungen liegt dieser Winkel bei den meisten Augitspecies zwischen $37^{\circ} 6'$ (Salit) und $74^{\circ} 19\frac{1}{2}'$ (Basaltischer Augit, *Pyroxenus trappicus*). Beim Bronzit (etwa $72\frac{3}{4}^{\circ}$), Fowlerit (72°) und Jeffersonit (72°) scheint derselbe sogar noch mehr oder weniger unter dieser Gränzzone zu liegen. Ein Pyroxen aber, dessen basischer Winkel über $74^{\circ} 19\frac{1}{2}'$ beträgt, wurde, soviel mir bekannt, bisher noch nicht aufgefunden. Nach G. Rose's Messung ist nun dieser Winkel an unserem Serpentinkrystall $= 76^{\circ} 23\frac{1}{2}'$ (Complement zu $103^{\circ} 35'$ bis $103^{\circ} 38'$), übertrifft also den grössten entsprechenden Augitwinkel um $2^{\circ} 4'$. Diese, bei einer Messung mittelst des Reflexions-Goniometers, gros zu nennende Differenz ist jedenfalls hinreichend, um darzutun, dafs: wenn unser Serpentin eine Pseudomorphose nach Augit seyn sollte, er es nach einer bisher unbekannten Species seyn müsse.

Dieser Schluss wird ausserdem noch durch den gesammten Flächencomplex, wie ihn Fig. 2 darstellt, unterstützt. Eine derartige Combination von — zum Theil früher nicht beobachteten — Gestalten ist noch an keinem Augitkrystalle nachgewiesen worden. Die ganze Combination, soweit sie sich aus den mit Genauigkeit ausführbar gewesenen Messungen entwickeln läfst, ist folgende.

$$\infty P . \infty P \infty . (\infty P \infty) . o P . P . - P . P \infty . 2 P . m P n . m' P n .$$

$$M \quad r \quad l \quad t \quad s \quad k \quad p \quad o \quad y \quad x$$

Auch sind noch Spuren einer Abstumpungsfläche der Kante zwischen o und y vorhanden.

Ogleich ich weit davon entfernt bin, die Existenz von Serpentin-Pseudomorphosen zu bestreiten, und sogar früher meine Ansichten darüber ausgesprochen habe, wie die Bildung solcher Pseudomorphosen möglicherweise vor sich gehen könne'), so erscheint mir doch die Gesammtheit

1) Poggendorff's Ann. Bd. 89, S. 8.

der im vorliegenden Falle angeführten Thatsachen zu keinem sicheren Schlusse in dieser Hinsicht zu berechnen. Ich meinestheils wage in Betreff der Genesis dieser Krystalle — von denen wir überdiess die chemische Zusammensetzung und innere Structur nicht kennen — vor der Hand weder nach der einen, noch nach der anderen Richtung ein entscheidendes Urtheil zu fällen.

Als eine Thatsache, welche bei der Deutung der hier betrachteten beiden Serpentinformen, der amphibolitischen und augitischen, in Erwägung gezogen zu werden verdient, ist noch anzuführen: dafs es verschiedene Mineralien giebt, deren Krystallformen gleiche Nebenaxen bei ungleicher Hauptaxe besitzen. In Folge hiervon zeigen derartige Krystalle in ihren Hauptprismen, $\propto P$, und daraus abgeleiteten Gestalten — $\propto \bar{P}n$ und $\propto Pn$, oder $\propto Pn$ und $(\propto Pn)$ — eine vollkommene Isomorphie, während ihre Pyramiden, P und mPn , und daraus abgeleitete Prismen — $P\propto$ und $mP\propto$ — mehr oder weniger von einander abweichen. Unter mehrfachen Beispielen dieser Art will ich hier nur an den *Prosopit*¹⁾ (Fluor-Aluminium-Calcium) erinnern, dessen Krystallform im Horizontal-Querschnitt mit der des Schwerspaths übereinstimmt, in den Vertical-Schnitten aber erheblich davon abweicht. Man könnte diese Art der Isomorphie eine *biaxe* — zum Unterschiede von der vollkommeneren *triaxen* — nennen. Der *amphibolitische Serpentin* stellt sich hiernach als ein mit *Amphibol* *biax-isomorphes Mineral* dar; und der *augitische Serpentin* wäre — wenn ihm die Selbstständigkeit einer Species zukommt — als *biax-isomorph mit Augit* zu betrachten²⁾.

Schliesslich noch einige Worte über den *Snarumer Serpentin in Olivinform*. Eine ausführliche Angabe der chemischen und physischen Constitution dieser Krystalle ge-

1) Poggendorff's Ann. Bd 90, S. 315.

2) In der zweiten Fortsetzung meiner Abhandlung über Pseudomorphosen u. s. w. (Poggendorff's Ann. Bd. 91, S. 378) befindet sich ebenfalls ein Beispiel von einem mit *Augit* *biax-isomorphen Mineral*. Es ist diess der Epidot nach *Paläo-Epidot*.

denke ich binnen Kurzem zu veröffentlichen. Hier will ich nur vorläufig eines Umstandes erwähnen, auf welchen einige Forscher, die jene Krystalle für Pseudomorphosen (im gewöhnlichen Sinne) halten, eine besondere Wichtigkeit gelegt haben. Es ist dieß das stellenweise Vorkommen kleiner Olivinpartieen inmitten des genannten Serpentin. Allein gerade dieses, von mir vollkommen bestätigt gefundene Factum, wenn es von einer genaueren Beobachtung erfaßt wird, führt uns — wie ich später zeigen werde — ganz zu demselben Resultate, zu welchem man auch bei der Betrachtung der geologischen Stellung des Snarumer Serpentin und verwandter Bildungen ¹⁾ gelangt; zu dem Resultate nämlich: daß die Snarumer Serpentin-krystalle *ächte und ursprüngliche Krystallgebilde* sind.

VII. Ueber elektrodynamische Induction in Flüssigkeiten; von M. Faraday.

(Ein Brief an Hrn. A. de la Rive. — *Phil. Mag. Ser. IV. T. 7, p. 263.*)

Ihre Frage: »Ob es mir je gelungen sey, Inductionsströme in anderen Flüssigkeiten als Quecksilber oder geschmolzenen Metallen hervorzubringen, z. B. in sauren oder alkalischen Lösungen«, hat mich veranlaßt, hierüber einige Versuche zu machen; denn obwohl ich an die Möglichkeit solcher Ströme geglaubt, hatte ich doch nie bejahende Resultate erhalten. Jetzt habe ich sie erlangt und ich sende Ihnen eine Beschreibung der angewandten Methode.

Ein kräftiger Elektromagnet von Hufeisenform wurde durch eine Grove'sche Batterie von 20 Plattenpaaren in

1) Man sehe hierüber den Artikel *Olivin* in v. Liebig, Poggendorff und Wöhler's Handwörterbuch der Chemie. Auch als besonderer Abdruck (Olivin, nebst einigen Bemerkungen über Serpentinbildung) erschienen.

Thätigkeit gesetzt. Die Pole desselben standen aufrecht, mit ihren flachen Enden in einer Horizontalebene; sie hielten 3,5 Quadratzoll und waren 6 Zoll auseinander. Ein cylindrischer Stab von weichem Eisen, 8 Zoll lang und 1,7 Zoll im Durchmesser, wurde als Anker oder Submagnet angewandt. Die cylindrische Form wurde gewählt, erstlich: weil sie am besten die Anwendung einer flüssigen Schraube um ihn gestattete, und dann: weil bei ihr der Anker, wenn er auf den Magnetpolen liegt und die Batterie geschlossen und geöffnet wird, viel stärker und rascher in seiner Kraft zu- und abnimmt, als wenn man ihm eine quadratische oder flache Gestalt ertheilt; denn bekanntlich behält der Magnet im letzteren Falle seinen Magnetismus nach Oeffnung der Batterie in sehr hohem Maasse. Rund um den Anker wurde eine Schraubenröhre gebildet, die 12 Umgänge machte und im Ganzen 7 Fufs lang war. Die Röhre hielt nur 0,25 Zoll im Durchmesser, weil es Absicht war, dem Strom lieber durch inductive Erregung aller Theile jener großen Länge eine beträchtliche Intensität zu bewahren, als ihm durch Vergrößerung des Durchmessers, d. h. durch Verkürzung der flüssigen Masse, eine große Quantität zu geben. Diese Schraube wurde gebildet aus einer 8,5 Fufs langen Röhre von geschwefeltem Kautschuck, die inwendig 0,25 Zoll und auswendig 0,5 Zoll im Durchmesser hielt. Eine solche Röhre ist stark genug, um bei Wicklung auf den Eisen-Cylinder nicht zusammenzusinken. Die 12 Umgänge nahmen den Zwischenraum von 6 Zoll ein, und zwei Stücke, jedes von 9 Zoll, bildeten die Enden. Die Schraubenröhre wurde leicht und vollkommen gefüllt, indem man sie aufrecht hielt, das untere Ende in die zu untersuchende Flüssigkeit tauchte, und am oberen die Luft auszog. Dann wurde in jedes Ende ein langer sauberer Kupferdraht von 0,25 Zoll Dicke gesteckt und bis zur Schraube vorgeschoben, fest gebunden und so eine Leitung zwischen der Schraube und einem Galvanometer hergestellt. Das Ganze wurde dann auf einem hölzernen Rahmen befestigt, um die Schraube vor Druck und Beschädigung zu

schützen. Die Menge der in der Schraubenröhre enthaltenen Flüssigkeit betrug, auf 7 Fufs Länge, etwa 3 Kubikzoll. Das Galvanometer hatte einen Draht von Kupfer, $\frac{1}{30}$ Zoll dick, 164 Fufs lang in 310 Umgängen; es war 18 Fufs vom Magnet entfernt und mit der Schraube durch dicke Kupferdrähte verbunden, die in Quecksilbernäpfe tauchten. Es stand in Einer Horizontalebene mit den Magnetpolen und wurde direct sehr wenig von diesen afficirt.

Die Schraubenröhre wurde mit einem Gemisch von 1 Vol. concentrirter Schwefelsäure und 3 Vol. Wasser gefüllt, auf den Anker geschoben, und nun das Ganze in solcher Stellung auf die Magnetpole gebracht, daß die Enden der kupfernen Verknüpfen (*connectors*) sich über dem Eisen-Cylinder oder Anker befanden und so weit vorragten, daß sie die durch dessen Axe gehende Verticalebene erreichten. In dieser Lage hatten die Magnetkraftlinien keine Tendenz, in den metallischen Verbindungstheilen einen Strom zu induciren. Die äufseren Enden der kupfernen Verknüpfen wurden wohl miteinander verbunden und das Ganze eine Zeitlang stehen gelassen, so daß jeder Volta'scher Strom, der aus dem Contact der Säure mit dem Kupfer entspringen mochte, geschwächt oder erschöpft wurde. Dann wurden die Verknüpfen getrennt, und mit dem Galvanometer verbunden, solchergestalt, daß man sie jeden Augenblick abheben oder anlegen konnte, parallel oder über Kreuz. Waren sie abgehoben, so wurde der Magnet durch die volle Kraft der Batterie erregt, und nun die directe magnetische Wirkung auf das Galvanometer beobachtet; dabei war die Schraubenröhre so vorgerichtet, daß jeder in ihr inducirte Strom eine entgegengesetzte Ablenkung hervorbringen mußte als direct der Magnet, damit beide Wirkungen besser getrennt wären. Nun wurde die Batterie geöffnet, und, wenn die umgekehrte Wirkung vorüber war, die Verbindung des Galvanometers mit der Schraube hergestellt. Diefs bewirkte eine Ablenkung von nur 2°, herrührend von einem galvanischen Strom, der

durch die Wirkung der Säure in der Röhre auf die Kupfer-Enden entstanden war; er zeigte, daß die Verbindung überall gut war, und, da er eine constante Kraft besaß, bewirkte er eine stetige Ablenkung, wodurch er sich leicht von dem Endresultat unterscheiden liefs. Endlich wurde der Magnet durch die Batterie in Wirksamkeit gesetzt; augenblicklich wich die Galvanometernadel in einer Richtung ab, und als die Batterie geöffnet wurde, ging sie nach der anderen Seite; durch wenige Abwechselungen konnte die Nadel in Schwingungen versetzt werden. Sie bewegte sich auch in der eigenthümlichen, bei Inductionsströmen oft beobachteten Weise, wie wenn sie im Moment der Erregung oder Schwächung des Stroms durch einen Stofs angetrieben würde; und diese Bewegung hatte umgekehrte Richtung mit der, welche durch directe Wirkung des Magnets hervorgerufen wurde. Die Effecte waren constant, und kehrten sich um, wenn die Verbindungsdrähte über Kreuz gelegt wurden. Ein fernerer Beweis, daß sie von den in der flüssigen Schraube inducirten Strömen herrührten, ergab sich, als ein Kupferdraht ein Mal in derselben Richtung wie die flüssige Schraube um den Anker geschlungen, und der Magnet durch ein Plattenpaar erregt wurde. Der im Kupferdraht inducirte Strom war viel stärker als der in der Flüssigkeit, hatte aber gleiche Richtung mit ihm.

Nach diesem Versuch mit einer stark leitenden Lösung, wurde dieselbe aus der Schraubenröhre gegossen, statt deren destillirtes Wasser erst hindurch geleitet, darauf einige Zeit darin stehen gelassen und endlich zur Füllung derselben angewandt. Die directe Wirkung des Magnet auf diese Schraube von reinem Wasser war dieselbe wie vorhin, aber von einem Volta'schen Strom war bei Herstellung der Galvanometer-Verbindungen nichts zu sehen; eben so wenig zeigte sich ein inducirter Strom, als man den Magnet in und außer Thätigkeit setzte. Reines Wasser ist ein zu schlechter Leiter, um mit einem Galvanometer und einem Magnet von obiger Empfindlichkeit und Kraft irgend merkwürdige Wirkungen zu geben.

Ich entfernte nun die Schraubenröhre, legte den Anker auf die Magnetpole und stellte unter ihn eine Glasschale, gefüllt mit derselben Säure wie zuvor; die Flüssigkeit bildete eine horizontale Scheibe von etwa 6 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Dicke, und war 0,25 Zoll vom Anker entfernt. In diese Säure tauchten zwei lange saubere Platinplatten, eine auf jeder Seite des Ankers und parallel mit ihm, wenigstens 5 Zoll von einander entfernt. Anfangs wurden sie eine Zeitlang mit einander verbunden, um jeden Rückstand von Volta'scher Tendenz zu zerstören, und darauf so vorgerichtet, um, wenn es erforderlich war, mit dem Galvanometer wie zuvor verknüpft zu werden. Hiedurch wurden wie vorhin Inductionsströme erhalten, doch nicht von derselben Stärke. Ihre Richtung wurde verglichen mit dem Inductionsstrom, welcher in einem zwischen der Flüssigkeit und dem Anker hindurchgeführten Kupferdraht entstand als der Magnet durch Eine Zelle erregt ward; sie ergab sich als gleich. Hier ist jedoch die Möglichkeit vorhanden, daß der Strom zum Theil oder ganz in den mit den Platinplatten verbundenen Leitungsdrähten entstand; denn da ihre Enden unter dem Anker fortgingen und somit in den von diesem und dem Magnet gebildeten Kreis von Magnetkraft, so waren sie den Kraftlinien in solcher Lage unterworfen, daß in ihnen Inductionsströme gebildet werden mußten; und, wie ich schon 1831 zeigte, können die Inductionsströme stark genug werden, um durch Flüssigkeiten zu gehen. Da indess der Versuch mit der Schraubenröhre frei von diesem Einwurf ist, so zweifle ich nicht, daß auch in der flüssigen Scheibe ein schwacher Inductionsstrom entstanden war.

Somit halte ich die Erregung von Inductionsströmen in nicht-metallischen Flüssigkeiten für erwiesen; und, soweit ich beurtheilen kann, ist deren Stärke proportional dem Leitungsvermögen der Flüssigkeit, in welcher sie erregt werden. In der verdünnten Schwefelsäure waren sie natürlich stärker als sie nach der von ihnen bewirkten Ablenkung zu seyn schienen, weil sie erst die entgegengesetzte

Ablenkung seitens der directen Wirkung des Magnets zu überwinden hatten. Die Summe beider Ablenkungen drückte in der That erst die Stärke der Inductionsströme aus. Ob die Leitung, vermöge welcher sie zu Stande kommen, elektrolytischer Natur ist oder eine Leitung im eigentlichen Verstande, vermag ich nicht zu sagen. Die vorliegenden Erscheinungen entscheiden diese Frage nicht, weil die Inductionsströme bei beiden Vorgängen bestehen können. Ich glaube, dafs es eine eigentliche Leitung giebt, dafs ein sehr schwacher Inductionsstrom ganz vermöge ihrer hindurchgehen kann, blofs eine Tendenz zur Elektrolyse ausübend, ein stärkerer dagegen theils vermöge ihrer, theils vermöge voller elektrolytischer Leitung hindurchgehen mag.

Royal Institution, 7. März 1854.

VIII. *Ueber die Bildung von Ozon bei Zersetzung des Wassers in niedrigen Temperaturen;* *von Hrn. L. Soret.*

(Biblioth. univers. 1854, Mars, p. 263.)

Bei Gelegenheit von Versuchen, bei denen ich ein durch ein Gemenge von Eis und Kochsalz abgekühltes Voltameter anwandte, beobachtete ich, dafs das entwickelte Gas, welches durch Trockenröhren geleitet wurde, die zur Verbindung der verschiedenen Theile des angewandten Apparats angewandten Kautschuckröhren angriff und rasch durchfrafs. Sobald das Voltameter nicht erkaltet war, hielt das Kautschuck vollkommen dicht.

Diese ätzende Wirkung schien mir davon hergeleitet werden zu können, dafs bei der galvanischen Wasserzersetzung in niedriger Temperatur eine gröfsere Menge Ozon entwickelt werde. Ich versuchte darauf die Menge desselben folgendermafsen zu ermitteln.

Das

Das Ozon besitzt wie das Chlor die Eigenschaft, arsenige Säure in Arsensäure zu verwandeln. Hat man eine Lösung von arseniger Säure von solchem Gehalt, daß man 1 Liter Chlor gebraucht um 1 Liter vollständig in Arsensäure zu verwandeln, und man nimmt davon 50 C. C., in welche man das Gas der Säule leitet, so bewirkt das darin enthaltene Ozon die Oxydation eines Theils der arsenigen Säure.

Um die Menge zu bestimmen, welche die Umwandlung erlitten hat, braucht man nur die zur vollständigen Oxydation der arsenigen Säure, in welche das Gas geleitet wurde, erforderliche Menge von unterchlorigsaurem Kalk zu vergleichen mit der Menge desselben Kalksalzes, welche man anwenden muß, um 50 C. C. der normalen Flüssigkeit in Arsensäure umzuwandeln.

Sey N die Anzahl von Cubikcentimetern einer gewissen Lösung von unterchlorigsaurem Kalk, welche man zu 50 CC. der Normalflüssigkeit gießen mußte, um sie in Arsensäure zu verwandeln, was durch Entfärbung eines Tropfens Indigo angezeigt wird.

Sey N' die Anzahl von Cubikcentimetern derselben Lösung von unterchlorigsaurem Kalk, welche nöthig war, um die Entfärbung eines Tropfens Indigo in den 50 CC. der theilweis durch Wirkung des Ozon oxydirten arsenigen Säure zu bewerkstelligen.

Alsdann wird die absorbirte Ozon-Menge denselben Effect wie x Cubcentm. Chlor bewirkt haben, und x ist durch die Proportion gegeben:

$$N : (N - N') :: 50 : x.$$

Und nimmt man an, 1 CC. Ozon sey äquivalent mit 2 CC. Chlor, so wird $\frac{1}{2}x$ die Anzahl der Cubcentm. von Ozon ausdrücken.

Offenbar muß man bei dieser Methode alle Vorsichtsmaßregeln beachten, welche bei den in gewöhnlicher Weise anzustellenden Chlorproben nöthig sind.

Um aber das Verhältniß der Ozonmenge zur entwickelten Sauerstoffmenge zu erfahren, muß man das Volum des

erzeugten Knallgases messen. Zu dem Ende habe ich einen und denselben Strom durch zwei Voltameter geleitet. Das eine war versehen mit einem Rohre, welches das Gas in einen über Wasser stehenden graduirten Behälter leitete. Da die beiden Voltameter, wenigstens sehr nahe, dieselbe Gasmenge entwickeln, so kann man berechnen, wie viel Sauerstoff im anderen Apparat erzeugt worden ist. Das Gas aus dem zweiten Voltameter wurde durch eine Glasröhre auf den Boden eines Bechers geleitet, in welchem sich 50 CC. chlorometrischer Flüssigkeit befanden. Die Glasröhre war am Ende gekrümmt und die daraus entweichenden Gasblasen traten unter einen Trichter, der selber in die Flüssigkeit eingetaucht war. Der ausgezogene Theil dieses Trichters war gekrümmt, um so das Gas zu zwingen sich abermals in der arsenigen Säure zu waschen. Ungeachtet dieses Kunstgriffs zur vollständigeren Absorption besaß das durchgestrichene Gas noch einen Ozongeruch und es stand zu glauben, daß ein bedeutender Antheil desselben der Wirkung der arsenigen Säure entging. Die Resultate, welche ich geben werde, sind nur Minima-Bestimmungen. Die Flüssigkeit in den Voltametern war Schwefelsäure, verdünnt mit dem 5 bis 6-fachen Volum Wasser, bis auf zwei Versuche, bei welchen man Chromsäure anwandte. Bei den ersteren Versuchen bestand das Voltameter aus einer Flasche von ziemlich kleinen Dimensionen, so daß es sich durch den Strom rasch erwärmte und schwer in der niedrigen Temperatur zu erhalten war. Später wurde es durch eine größere Flasche ersetzt.

Ein oder ein Paar Versuche wurden ohne Erkältung des Voltameters angestellt. Bei den anderen umgab man es mit einem Gemenge von Eis und Kochsalz oder Chlorcalcium. Die Resultate sind in folgender Tafel zusammengestellt:

Ver- such- No.	Volta- meter.	Dauer der Entwick- lung.	N	N'	Entwickelter Sauerstoff. CC.	Ozongehalt desselben.	Temperaturzustand des Voltameters.
Verdünnte Schwefelsäure.							
1	Kleines	1 ^h 52'	127,5	127,0	666 etwa	unmerklich	Nicht erkältet
2	do.	2 45	128,5	128,8	1500 etwa	do.	do.
3	do.	1 00	128,0	126,1	731,64	0,00032	Sehr wenig erkältet
4	do.	3 55	128,1	121,2	1461,16	0,00092	Wenig erkältet
5	Größeres		84,0	74,0	1263,16	0,00236	} Erkältet mit Eis und Kochsalz.
6	do.		84,0	72,0	1166,89	0,00351	
7	Kleines	2 5	102,1	84,3	1488,47	0,00293	Temp. noch zuletzt über 0°
8	Größes	0 50	102,5	87,7	737,47	0,00489	Temp. zuletzt — 7°
9	do.	2 15	102,8	95,1	1445,5	0,00129	Nicht erkältet, Temp. anfangs + 6°
10	do.	2 55	202,25	157,3	1451,48	0,00383	Anfangs — 13° 3, zuletzt — 6°
Verdünnte Chromsäure.							
11	Kleines	4 15	101,3	97,0	1462,37	0,000758	Temp. zuletzt über 0°
12	do.	3 35	101,8	99,0	1444,43	0,000306	Nicht erkältet

N = Anzahl der Abtheilungen des Messglases, die zur Umwandlung der normalen arsenigen Säure nöthig waren.

N' = Anzahl der Abtheilungen des Messglases, die zur Umwandlung der mit dem Volta'schen Gase behandelten arsenigen Säure nöthig waren.

Dieses Verfahren besitzt eine große Empfindlichkeit, aber wenig Genauigkeit, denn, wie schon bemerkt, entweicht das Ozon zum Theil unzerlegt. Ich habe versucht, genauere Bestimmungen durch Wägungen zu erhalten, aber bisher ohne Erfolg.

Hinzufügen muß ich auch noch, daß ich, bei dem Versuch die Menge des Ozons mittelst Absorption durch Jodkalium zu messen, keine Volumsverringerung des Gases beobachtet habe, obwohl das Voltameter erkaltet worden und der angewandte Apparat eine Volumsverringerung von 0,001 mit Sicherheit zu erkennen gestattete. Möglich, daß die im Wasser der Wanne schwebenden Staubtheilchen den größten Theil des Ozons absorbiren.

VIII. *Ueber rothen und schwarzen Schwefel; von G. Magnus.*

Das auffallende Verhalten des Schwefels bei Einwirkung höherer Temperaturen ist zwar schon häufig der Gegenstand höchst interessanter Untersuchungen gewesen, doch ist man weit entfernt dasselbe vollständig zu kennen, da die verschiedenen Formen, in welchen der Schwefel auftreten kann, zahlreicher sind, als man erwarten sollte. Durch eine zufällige Beobachtung bin ich auf ein Paar, wie ich glaube, neue allotropische Modificationen geführt worden. Um jedoch beschreiben zu können, wie dieselben erhalten werden, muß ich Einiges vorausschicken, das durch die Arbeiten von Frankenheim, Marchand und Scheerer, Brame und Ch. St. Claire-Deville bereits bekannt ist.

Gelber unlöslicher Schwefel.

Erhitzt man gewöhnlichen Schwefel bis zu einer Temperatur von etwa 360° C., und kühlt ihn dann plötzlich

ab, so ist er nach dem Erkalten nicht mehr vollständig in Schwefelkohlenstoff löslich. Auch wenn man den Schwefel bis zu einer niedrigeren Temperatur erhitzt und schnell abkühlt, löst er sich nur theilweis in Schwefelkohlenstoff. Der bekannte zähe, braune, von Berzelius als γ Schwefel bezeichnet, löst sich nicht vollständig auf. Uebergießt man diesen mit Schwefelkohlenstoff, so wird er sogleich an einzelnen Stellen nach und nach aber in seiner ganzen Masse weiß und undurchsichtig. Ob diese Veränderung davon herrührt, daß er krystallinisch wird, oder ob nach Auflösung des löslichen Antheils der unlösliche in einem porösen Zustand zurück bleibt und dadurch undurchsichtig erscheint, wage ich nicht zu entscheiden.

Läßt man den gewöhnlichen Schwefel statt ihn rasch abzukühlen langsam erkalten, so löst er sich vollständig, nur mit Hinterlassung der etwa vorhandenen fremden Bestandtheile.

Der unlösliche Schwefel kann Wochen und Monate liegen ohne wieder auflöslich zu werden. Schmilzt man ihn aber und läßt ihn langsam erkalten, oder erhält man ihn einige Zeit in einer Temperatur die 130° C. nicht übersteigt, so wird er wieder löslich. Auch erlangt er die Löslichkeit schon wieder, wenn man ihn im Wasserbade erhitzt; nur ist dann eine längere Zeit erforderlich.

Bis zu welcher Temperatur man den gewöhnlichen Schwefel mindestens erhitzen müsse, damit er bei plötzlicher Abkühlung unlöslich werde, ist schwer zu bestimmen, weil er im Halse des Gefäßes aus welchem man ihn ausgießt schon theilweis erkaltet, und weil die mit dem kalten Wasser oder dem kalten Körper auf den man ihn gießt in Berührung befindliche Schicht schneller erkaltet als die innere Masse. Wahrscheinlich ist dieß auch der Grund weshalb nicht die ganze angewandte Menge des Schwefels unlöslich wird. Denn selbst wenn man ihn als einen ganz dünnen Faden in kaltes Wasser gießt, erhält man nur etwa 40 Proc. unlöslich.

Da durch die Auflösung des löslichen Theils der un-

lösliche Schwefel porös zurückbleibt, so zerfällt er leicht zu einem feinen Pulver, das im Wasserbade zu einer festen Masse zusammensintert.

Auch die Schwefelblumen enthalten unlöslichen Schwefel, da sie durch plötzliche Abkühlung entstanden sind. Aber stets ist der grössere Theil derselben löslich, und nur etwa ein Drittel ihres Gewichts unlöslich.

Wiederholt man die plötzliche Abkühlung des Schwefels, indem man ihn jedes Mal bis gegen 300° C. erhitzt, so nimmt er nach jedem Erkalten eine dunklere Farbe an. Nach sechs, oft erst nach zehn wiederholten Schmelzungen und plötzlichen Abkühlungen ist er nach dem Erkalten dunkel rothbraun und krystallisirt wie der gewöhnliche geschmolzene Schwefel in Prismen. In diesem Zustande nennt ihn Hr. Ch. Deville *rothen prismatischen Schwefel*. Ich werde ihn *wiederholt geschmolzenen* oder kürzer *umgeschmolzenen Schwefel* nennen, um ihn von dem nachher zu beschreibenden rothen Schwefel zu unterscheiden. Die Farbe des umgeschmolzenen Schwefels ändert sich bisweilen nach wenig Stunden, oft erst nach einigen Tagen in eine blasröthliche, dabei werden die Krystalle undurchsichtig. Wahrscheinlich indem sie die octaëdrische Form annehmen. Ist der Schwefel aber oft genug z. B. zwanzig Mal geschmolzen und jedes Mal, besonders aber das letzte Mal, gut gekühlt, so bleibt er sehr lange amorph und behält die rothbraune Farbe. Erhitzt man gewöhnlichen Schwefel nur bis 160° oder 170° C., so nimmt er die rothbraune Farbe nicht an, selbst wenn er wiederholt bei dieser Temperatur geschmolzen, und jedes Mal sehr gut gekühlt worden ist. Es bildet sich bei dieser Temperatur nur etwas unlöslicher gelber Schwefel. Bei einem Versuche bei dem dieselbe Schwefelmasse 10 Mal bei 160° bis 170° geschmolzen und jedesmal rasch abgekühlt worden war, hatte sie ihre gelbe Farbe beibehalten, nur war diese etwas dem Bernstein ähnlicher geworden. Sie löste sich nachher fast farblos in Schwefelkohlenstoff, und hinterließ nur 9 Proc. ihres Gewichts unlöslichen gelben Schwefel.

Wenn in dem Folgenden von *umgeschmolzenen Schwefel* die Rede ist, so ist immer solcher Schwefel gemeint, der bei *höherer* Temperatur wiederholt geschmolzen und schnell gekühlt ist, und dadurch die rothbraune Farbe angenommen hat.

Solcher umgeschmolzene Schwefel unterscheidet sich nicht nur durch die Farbe von dem gewöhnlichen, sondern auch dadurch, dafs er im flüssigen Zustande bei allen Temperaturen, also auch nahe bei seinem Erstarrungspunkt, eine weinrothe Farbe hat, wogegen der gewöhnliche Schwefel, wenn er beim Erkalten aus dem dickflüssigen in den dünnflüssigen Zustand übergeht, eine helle, gelbrothe Farbe annimmt, die er behält bis er fest wird.

Uebergiefst man solchen umgeschmolzenen Schwefel, unmittelbar nachdem er erkaltet und noch rothbraun ist, oder nachdem er einige Zeit gelegen und die blasrothe Farbe angenommen hat, mit Schwefelkohlenstoff, so erhält man eine rothe Lösung. Dieselbe ist nur schwach roth oder bräunlich, wenn die Abkühlung des Schwefels nach seiner letzten Schmelzung sehr plötzlich stattgefunden hat; ist diese aber nur langsam erfolgt, so nimmt die Lösung eine intensiv rothe Farbe an. Diese Verschiedenheit, die früher nicht beobachtet zu seyn scheint, beruht auf dem eigenthümlichen Verhalten des *schwarzen Schwefels* von dem später die Rede seyn wird.

Dampft man die rothe Auflösung ab, oder destillirt man einen Theil des Schwefelkohlenstoffs davon ab, so scheiden sich aus der zurückbleibenden Flüssigkeit Krystalle aus, welche die octaëdrische Form des gewöhnlichen, aus Schwefelkohlenstoff krystallisirten Schwefels haben. Die ersten, welche sich ausscheiden sind gelb. Dampft man aber, nachdem man diese getrennt hat, die Flüssigkeit ferner ab, so sind die späteren Krystallisationen immer mehr roth gefärbt. Zuletzt bleibt eine dicke, zähe, syropsartige, intensiv rothe Masse zurück, aus der sich keine Krystalle mehr abscheiden lassen.

Soweit sind die Erscheinungen im Allgemeinen bekannt.

Schwarzer Schwefel.

Wird der umgeschmolzene Schwefel wiederholt mit Schwefelkohlenstoff ausgezogen, so werden die Lösungen immer heller von Farbe, und zuletzt bleibt ein in Schwefelkohlenstoff unlöslicher Antheil zurück. Dieser zerfällt, da er selten mehr als ein Drittel des angewandten Schwefels beträgt, gewöhnlich zu einem Pulver das so lange es noch Schwefelkohlenstoff enthält bräunlich, getrocknet aber fast nur gelb erscheint.

Dieses Pulver ist ein Gemenge von gelbem unlöslichen und von schwarzem Schwefel. Bei gewöhnlicher Temperatur verändert es sich nicht, allein bei 100° C. sintert es zu einer dunkelbraunen Masse zusammen. Uebergießt man diese wieder mit Schwefelkohlenstoff, so löst sich ein Theil mit schwach röthlicher Farbe; trocknet man den unlöslichen Rest wieder, und setzt ihn von Neuem während einiger Zeit der Temperatur von 100° aus, so wird immer wieder ein Theil löslich, und das zurückbleibende Pulver nimmt eine immer dunklere Farbe an, so daß es, vollständig getrocknet, chocoladenbraun aussieht. Es enthält jetzt mehr schwarzen und weniger gelben Schwefel. Man muß aber, um beide auf diese Weise zu trennen, sich hüten sie zu lange in der Temperatur von 100° C. zu lassen, weil auch der schwarze in dieser Temperatur sich in löslichen gelben verwandelt, es bedarf dazu nur längerer Zeit als für den gelben unlöslichen. Man thut deshalb gut die Masse sobald sie zu Stücken zusammensintert von dem Wasserbade zu nehmen, und mit Schwefelkohlenstoff auszuziehen. Sollten dabei feste Stücke zurückbleiben, so werden diese zerrieben und dann das Pulver von Neuem erwärmt. In dieser Weise wiederholt man die Operation, bis die Farbe des nach dem Ausziehen erhaltenen Pulvers nicht mehr dunkler wird.

Schmilzt man dieses Pulver bei 300° C. ¹⁾ und kühlt die geschmolzene Masse schnell ab, indem man sie in Wasser, oder auf einen kalten Körper z. B. eine angefeuchtete Porcellanplatte in ganz dünnen Schichten ausgießt, so ist sie nach dem Erkalten ganz schwarz, weich und klebrig und läßt sich in lange dünne Fäden ausziehen. Diese klebrige Beschaffenheit behält sie während mehrerer Stunden, oft während einiger Tage. Dann wird sie fest und zeigt nun einen glasigen Bruch und durchaus kein krystallinisches Gefüge.

Da es nicht möglich ist, die ganze Masse plötzlich zu kühlen, so nehmen stets einzelne Theile derselben statt der schwarzen eine dunkelbraune Farbe an, und wenn man den Schwefel längere Zeit aufbewahrt, so bleiben zwar die schwarzen Stellen unverändert, die braunen aber nehmen eine etwas hellere Farbe an, wodurch die ganze Masse heller erscheint. Erhitzt man den so veränderten Schwefel wieder bis 300° und kühlt ihn schnell ab, so erscheint er wieder schwarz; doch verändert er sich nun leichter als früher, da er etwas mehr gelben Schwefel enthält, weil bei jeder Schmelzung des schwarzen sich etwas gelber bildet. Je mehr gelben aber der schwarze Schwefel enthält, um so leichter verändert er sich.

Der reine schwarze Schwefel ist unlöslich in Schwefelkohlenstoff, kaum löslich in Alkohol, Aether, Benzol und Terpenhinöl, etwas mehr in Chloroform. Er schmilzt bei einer Temperatur die sehr nahe dieselbe ist, wie die bei welcher der gewöhnliche Schwefel schmilzt. Bei 180° bis 200° C. wird er dickflüssig. Er kann gekocht werden ohne seine Farbe zu verändern. Wird er destillirt, so liefert er gewöhnlichen gelben Schwefel. Da aber der schwarze Schwefel durch Ausziehen des gelben aus dem oft geschmolzenen Schwefel entstanden ist, so enthält er die sämtlichen, in

- 1) Um die bestimmte Temperatur, auf die es bei Darstellung des schwarzen Schwefels besonders ankommt, innehalten zu können, wurden die Schmelzungen nicht über freiem Feuer, sondern stets in Metallbädern vorgenommen.

Schwefelkohlenstoff unlöslichen Verunreinigungen, welche in der zu seiner Darstellung angewandten Menge des gewöhnlichen Schwefels vorhanden waren; und da man aus einer großen Menge gewöhnlichen Schwefels nur eine sehr kleine Menge schwarzen erhält, so machen diese Verunreinigungen, die bei der Sublimation zurückbleiben, einen nicht unbedeutenden Theil des schwarzen Schwefels aus. Man kann indess auch aus rothem Schwefel schwarzen darstellen (vergl. S. 321), der dann keine solche Verunreinigungen enthält. Sublimirt man diesen, so bleibt ein kaum wägbarer Rückstand, der von etwas Staub herrührt. Denn bei den mannigfachen Behandlungen, denen der rothe Schwefel unterworfen werden muß, ist es kaum möglich ihn vor Staub vollständig zu bewahren.

Wird der *schwarze Schwefel* nur bis 140° oder 160° C. erhitzt, und einige Zeit in dieser Temperatur erhalten, so bleibt er nach dem plötzlichen Abkühlen nicht weich, sondern erhärtet schnell zu einer krystallinischen dunkelbraunen Masse, die in Schwefelkohlenstoff sehr leicht und zwar mit intensiv rother Farbe löslich ist. Diese braune Masse könnte man *getemperten Schwefel* nennen. Bei der Darstellung des schwarzen entsteht stets etwas von diesem, da es unvermeidlich ist, daß nicht beim Ausgießen des bis 300° C. erhitzten, ein Theil schon eine niedrigere Temperatur angenommen hat, bevor er in das kalte Wasser gelangt.

Aus dem ganzen Verhalten des schwarzen Schwefels, besonders daraus, daß er bis zur geeigneten Temperatur erhitzt, auflöslich wird, und daß er sich ohne Rückstand sublimiren läßt, geht schon hervor, daß er seine Farbe nicht einem Gehalt an Kohle verdankt. Um noch auf anderem Wege hierüber Sicherheit zu erlangen, so wurde Chlor über schwarzen Schwefel geleitet, der aus rothem dargestellt worden war. Nachdem der Chlorschwefel abdestillirt worden, blieb ein Rückstand, der kaum ein Zehntel Procent betrug, und offenbar auch von Staub herrührte, der in den rothen Schwefel hineingekommen war.

Die Art, wie der schwarze Schwefel entsteht, ist sehr

auffallend, denn er bildet sich, wie es scheint, nur durch wiederholte plötzliche Abkühlung von gewöhnlichem Schwefel. Durch längeres Erhitzen bei den verschiedensten Temperaturen war es nicht möglich ihn zu erzeugen. Auch nicht wenn die Temperatur beim Schmelzen bis nahe zum Kochpunkt des Schwefels gesteigert wurde¹⁾. Nur ein oder ein Paar Male wurde auf eine, mir nicht recht erklärliche Weise, nach einem kurzen Erhitzen der Schwefel beim ersten Abkühlen rothbraun, ganz so wie der oft umgeschmolzene Schwefel.

Es scheint, daß bisweilen Schwefel im Handel vorkommt, der vielleicht früher mehrere Male bei höherer Temperatur umgeschmolzen worden, und der deshalb beim ersten Schmelzen die rothbraune Farbe annimmt. Daß solcher Schwefel dennoch gelb aussehen kann, geht aus dem Verhalten des rothen Schwefels hervor (vergl. S. 319).

Wahrscheinlich entsteht der *schwarze Schwefel* bei einer bestimmten Temperatur, und man würde die ganze angewandte Quantität desselben als schwarzen erhalten, wenn es möglich wäre jedes einzelne Theilchen desselben plötzlich von jener Temperatur bis zum Erstarrungspunkte abzukühlen. Da aber bei der Abkühlung durch Ausgießen in Wasser oder auf andere Weise das Erkalten nicht für alle Theile gleich schnell stattfindet, so entsteht mit seltenen Ausnahmen immer nur eine geringe Menge schwarzer Schwefel.

Um den Einfluss der wiederholten Abkühlung bestimmter kennen zu lernen, wurde eine Quantität gewöhnlicher Schwefel während acht Stunden in der Temperatur von 300° C. erhalten und dann schnell gekühlt. Er nahm die Farbe des gewöhnlichen Schwefels an, mit einem schwachen Stich ins grünliche. Zum Vergleich wurde eine ähnliche Menge von demselben Schwefel während dieser acht Stunden zehn Mal bis 300° C. erhitzt und jedes Mal schnell durch Ausgießen auf angefeuchtete glasierte Thonplatten gekühlt. Der

1) Für die Bestimmung solcher hohen Temperatur wurde das früher (d. Annal. Bd. LV, S. 1) von mir angegebene Luftthermometer benutzt.

zehn Mal geschmolzene wurde nach jedem Erkalten mehr rothbraun, und wiewohl er eine viel kürzere Zeit im Ganzen sich in der hohen Temperatur befunden hatte, erschien er nach dem letzten Erkalten ganz intensiv rothbraun, und verhielt sich überhaupt so wie es oben von dem oft umgeschmolzenen Schwefel angegeben ist, denn er löste sich mit rother Farbe in Schwefelkohlenstoff und der ungelöste Theil lieferte schwarzen Schwefel. Dagegen löste sich der während acht Stunden ununterbrochen erhitzte Schwefel mit gelber Farbe, und der ungelöste Theil, 15,04 Proc., war rein gelb.

Dafs nicht die wiederholte Erwärmung, sondern die plötzliche Abkühlung für die Bildung des schwarzen Schwefels nothwendig sey, wurde durch folgenden Versuch festgestellt. Eine Quantität gewöhnlicher Schwefel wurde in einem Glaskolben mit sehr enger Oeffnung, die mit einem Kork verschlossen war, in einem sehr grofsen Sandbade ganz mit Sand umgeben und bis 300° C. erhitzt. Nachdem er diese Temperatur vollständig angenommen hatte, liefs man ihn in der grofsen Masse Sand langsam bis auf die Temperatur des Zimmers erkalten, und wiederholte diese Operation 10 Mal mit demselben Schwefel. Nach dieser Behandlung löste sich der Schwefel farblos in Schwefelkohlenstoff und hinterliefs nur 1,4 Proc. seines Gewichtes ungelöst, die sich jedoch wie schwarzer Schwefel verhielten. Offenbar war diese kleine Menge schwarzer Schwefel dadurch entstanden, dafs die Abkühlung an einzelnen Stellen nicht langsam genug stattgefunden hatte.

Es geht hieraus hervor, dafs der schwarze Schwefel nur durch plötzliche Abkühlung entsteht.

Auch in dem bekannten braunen, zähen, dem sogenannten γ Schwefel ist, obgleich er nur ein Mal geschmolzen worden, schon etwas schwarzer, wie ich gefunden habe, vorhanden; und wahrscheinlich steht die braune Farbe und zähe Beschaffenheit dieses Schwefels mit seinem Gehalt an schwarzen Schwefel in naher Beziehung.

Der schwarze Schwefel wird durch Reiben elektrisch,

ganz ähnlich wie der gelbe. Sein spec. Gewicht zu bestimmen muß ich mir noch vorbehalten.

Rother Schwefel.

Es ist schon oben erwähnt, daß der *schwarze Schwefel*, wenn er getempert, d. i. während einiger Zeit in der Temperatur von 130° C. erhalten worden ist, sich leicht mit intensiv rother Farbe in Schwefelkohlenstoff löst. Dampft man diese Lösung ein, so verhält sie sich ganz so wie es oben von der des umgeschmolzenen Schwefels angegeben ist. Dieser liefert nämlich, wie oben erwähnt, eine rothe Lösung, aus der gelbe octaëdrische Krystalle sich ausscheiden, und es bleibt eine rothe Mutterlauge zurück, von der auch die gelben Krystalle mehr oder weniger durchdrungen sind. Sorgt man alsdann dafür, daß der Schwefelkohlenstoff nur langsam verdunstet, indem man die Auflösung unter eine Glocke stellt, deren Rand nicht vollkommen schließt, und nimmt die Krystalle, welche während dieser langsamen Verdunstung sich bilden, jedes Mal, sobald eine kleine Menge derselben sich zeigt, heraus, so erscheinen dieselben immer mehr roth gefärbt, die Mutterlauge aber wird zuletzt ganz zähe und dickflüssig. Ueberläßt man sie in diesem Zustande sich selbst, so erhärtet sie allmähig und bildet schliesslich eine feste rothe Masse.

Will man diesen *rothen Schwefel* von schöner Farbe erhalten, so muß man bevor er vollständig erhärtet, ihn in Stücke von mäßiger GröÙe zerbröckeln. Thut man dies nicht, so dauert es sehr lange bis er fest wird, und seine Farbe ist dann weniger schön und mehr orange. Ist man aber auf die erwähnte Weise verfahren, so ist sie cochenille- oder ziegelroth, und bildet eine poröse Zusammenhäufung von einzelnen amorphen Körnern.

Ist der rothe Schwefel einmal fest geworden, so löst er sich nicht wieder in Schwefelkohlenstoff. Auch ist er in Alkohol, Aether, Benzol und Terpenthinöl wenig oder gar nicht löslich, etwas mehr in Chloroform.

Dafs dieser Schwefel, wiewohl er aus der Auflösung von Schwefelkohlenstoff durch Verdunstung des letzteren erhalten wird, sich nicht wieder in Schwefelkohlenstoff löst, ist zwar auffallend, indess nicht ohne Analogie, denn auch die Kieselsäure löst sich, nachdem sie in höherer Temperatur getrocknet worden, nicht wieder auf. Da der oft geschmolzene Schwefel, sowie der getemperte schwarze, neben rothem auch gelben Schwefel enthalten, so lag die Vermuthung nahe, dafs die Auflöslichkeit des rothen Schwefels durch die Gegenwart von gelbem bedingt werde. Uebergiefst man aber rothen unlöslichen Schwefel mit Schwefelkohlenstoff, der schon gelben gelöst enthält, so ist er darin ebenso wenig als in reinem Schwefelkohlenstoff löslich. Mengt man fein gepulverten rothen unlöslichen Schwefel mit gelben und schmilzt das Gemisch, so löst sich ein Theil des rothen, aber nicht mehr als wenn man diesen ohne Zusatz von gelben bei derselben Temperatur geschmolzen hätte. Durch das Schmelzen des rothen wird nämlich auch schon ein Theil desselben in gelben umgewandelt, und wie es scheint ist nur das auf diese Weise entstandene innige Gemisch von beiden Schwefelarten in Schwefelkohlenstoff löslich. Nicht weil sich eine Verbindung von beiden gebildet hätte, sondern weil der rothe Schwefel sich in diesem Gemisch in gröfserer Vertheilung befindet. In solcher Vertheilung ist er löslich, sobald aber seine Theile dicht aneinander liegen, so hören sie auf in Schwefelkohlenstoff löslich zu seyn. Daher kommt es, dafs wenn eine Lösung von rothem Schwefel noch gelben enthält, und es wird ihr aller Schwefelkohlenstoff entzogen bevor der gelbe Schwefel hat herauskrystallisiren können, die festgewordene Masse zum Theil sich wieder auflöst und zwar mit rother Farbe. Man kann deshalb behaupten, dafs alle Auflösungen von rothem Schwefel Gemische von rothem und gelbem sind. Enthält eine solche Auflösung nur wenig rothen und viel gelben, so bilden sich beim Abdampfen Krystalle, die, wenn sie auch roth erscheinen, doch

löslich sind. Diese verdanken ihre Farbe offenbar der Mutterlauge, von der sie noch etwas einschließen. Enthält die Lösung aber viel rothen und wenig gelben, so lösen sich die Krystalle unter Zurücklassung von etwas rothem Schwefel. Dieser ist dann aber nicht so roth wie der, welcher erhalten wird, wenn vorher aller gelber Schwefel durch Krystallisation getrennt worden. Er ist mehr gelbroth und zuweilen sogar gelb. Diese Verschiedenheit der Farbe rührt offenbar von der gröfseren Vertheilung her, in welcher er sich befindet, denn auch der ganz rothe erscheint fein gerieben nur gelbroth.

Es ist aber dieses gelbrothe Pulver, auch wenn es rein gelb erscheinen sollte, von dem gelben unlöslichen dadurch leicht zu unterscheiden, dafs es durch Schmelzen bei 110° bis 130° C. eine, nach dem Abkühlen ganz rothe Masse bildet, und durch Schmelzen bei 300° C. und schnelles Abkühlen, sich in schwarzen Schwefel verwandelt, überhaupt alle Eigenschaften des rothen Schwefels besitzt.

Der unlösliche rothe Schwefel, sowohl wenn er ganz roth als auch wenn er gelblich ist, bleibt unverändert. Wenigstens habe ich ihn von verschiedener Farbenntance während mehrerer Monate aufbewahrt, ohne dafs er sich verändert hätte. Ein Gemisch von wenig rothem und viel gelbem ändert aber seine Farbe allmählig von roth in gelb.

Selbst im aufgelösten Zustande erfährt der rothe Schwefel diese Veränderung. Eine intensiv rothe Lösung wurde in einer gut verschlossenen Flasche aufbewahrt; die Intensität ihrer rothen Farbe nahm immer mehr ab, so dafs sie nach zwei Monaten orange erschien. Ob diese Umwandlung durch die Wärme der Sonne, die bisweilen die Lösung beschienen hat, herbeigeführt worden, oder ob sie auch im Dunkeln vor sich gegangen wäre, mufs ich unentschieden lassen.

Aus einer concentrirten Auflösung von rothem Schwefel mit wenig gelbem schiefen, wie schon die HH. Pasteur und Deville ¹⁾ gezeigt haben, *prismatische* Krystalle an,

1) *Comptes rendus de l'Academie des Sciences* Tome XXVI. p. 48 und p. 117.

die anfangs roth sind, nach einiger Zeit aber gelb und undurchsichtig werden. Von diesen lösen sich, wie ich gefunden habe, viele nur theilweis in Schwefelkohlenstoff wieder auf. Der unlösliche gelbe Rückstand hat zwar häufig noch die prismatische Form, verhält sich aber wie rother Schwefel.

Da aber der rothe Schwefel ohne alles krystallinische Gefüge ist, so gehört die prismatische Form offenbar dem gelben Schwefel, der dieselbe bei gewöhnlicher Temperatur, wie schon Hr. Deville ¹⁾ gezeigt hat, annehmen kann, wenn er aus gewissen Lösungsmitteln krystallisirt, und der bei seiner Krystallisation aus Schwefelkohlenstoff sie, wie es scheint, nur annimmt, weil sich gleichzeitig rother Schwefel in der Auflösung befindet. Zwar ist es auffallend, daß ein Körper in zwei verschiedenen Systemen bei derselben Temperatur krystallisirt, aber man weiß, daß bei gewissen Salzen, z. B. beim Alaun, bestimmte Flächen vorzugsweise sich ausbilden, wenn die Lösung sauer ist, und andere wenn sie basisch ist. Wenn aber durch die Gegenwart einer fremden Substanz, welche gar nicht in die Krystalle eingeht, die Cohäsionsverhältnisse überhaupt geändert werden, so ist es auch möglich, daß diese Aenderung so groß werden kann, daß die Krystalle sich nach einem ganz anderen Systeme bilden. Diefes ist besonders denkbar beim Schwefel, der ohnediefs so leicht aus einem System in ein anderes übergeht.

Setzt man rothen Schwefel während längerer Zeit der Temperatur von 100° C. aus, so verwandelt er sich in gelben löslichen. Wird er als feines Pulver erhitzt, so sintert er zusammen; in Stücken angewandt, behält er seine Form ungeändert.

Schmilzt man reinen rothen Schwefel bei 110° bis 130° C. und kühlt ihn, sobald er flüssig geworden, schnell ab, so erhält man eine rothe geschmolzene Masse, die auf ihrer Oberfläche krystallinisches Gefüge zeigt. Durch Be-

1) *Comptes rendus T. XXXIV. p. 534.*

handeln mit Schwefelkohlenstoff löst sich ein Theil derselben mit röthlicher Farbe, der größte Theil ist unlöslich.

Schmilzt man den rothen Schwefel bei 130° bis 150° C., so wird er auflöslich mit rother Farbe.

Schmilzt man ihn bei 300° C. und kühlt ihn schnell ab, so erhält man schwarzen Schwefel, der alle Eigenschaften des oben erwähnten schwarzen Schwefels zeigt und wie jener während längerer Zeit ganz weich und fadenziehend bleibt.

Der auf diese Weise dargestellte schwarze Schwefel enthält zwar auch noch immer geringe Mengen gelben, da die Erwärmung bis 300° und die Abkühlung sich nicht momentan bewerkstelligen lassen; aber abgesehen hiervon ist er rein, während der nach der oben erwähnten Methode dargestellte schwarze Schwefel die sämmtlichen in Schwefelkohlenstoff unlöslichen Verunreinigungen enthält, die in dem zu seiner Darstellung angewandten gelben Schwefel vorhanden waren.

Sublimirt man den rothen Schwefel, so liefert er gelben ohne einen Rückstand zu hinterlassen. Ebenso erhält man, wie schon oben erwähnt, auch gelben Schwefel, wenn man schwarzen sublimirt.

Diese leichte Umwandlung des rothen wie des schwarzen Schwefels bei höherer Temperatur in gelben löslichen, ist die Ursache, weshalb man nur so geringe Mengen von beiden erhält.

Der schwarze Schwefel wird aus dem rothen nur dadurch erzeugt, daß dieser letztere bis 300° C. erhitzt, und dann plötzlich abgekühlt wird. Indefs ist doch das Verhalten und äußere Aussehen beider so wesentlich verschieden, daß es vollkommen gerechtfertigt erscheint, sie als zwei verschiedene Modificationen zu betrachten. Der rothe auflösliche ist von dem rothen unlöslichen und dem schwarzen ebenso verschieden wie jene unter sich, man wird deshalb gut thun auch diesen als eine besondere Modification zu betrachten, und man kann dies mit ebenso großem Rechte thun, als man die auflösliche und die un-

lösliche Kieselsäure als zwei verschiedene Modificationen ansieht.

Hiernach ergeben sich folgende Resultate.

1. Kühlt man gehörig erhitzten Schwefel schnell ab, so wird ein Theil desselben in unlöslichen gelben Schwefel umgewandelt. Von solchem unlöslichen Schwefel enthalten auch die Schwefelblumen etwa $\frac{1}{3}$ ihres Gewichts.

2. Durch wiederholtes Schmelzen bei höherer Temperatur und schnelles Abkühlen nimmt der Schwefel eine rothbraune Farbe an. Hr. Deville nennt ihn in diesem Zustande rothen Schwefel. Zweckmäßiger möchte es seyn ihn *umgeschmolzenen* Schwefel zu nennen, um ihn von dem eigentlich *rothen Schwefel* zu unterscheiden. Etwa ein Drittel desselben ist in Schwefelkohlenstoff unlöslich. Diefes Drittel hat zwar gelbe Farbe, besteht aber zum Theil aus gelben zum Theil aus schwarzen unlöslichen Schwefel.

3. Erwärmt man diesen unlöslichen Rückstand im Wasserbade, so wird er weich und schmierig, und nach dem Erkalten löst sich ein Theil, nämlich der gelbe, da dieser bei 100° C. sich leichter in die lösliche Modification verwandelt als der schwarze.

Durch wiederholte Behandlung des unlöslichen Rückstandes bei 100° C. wird das zurückbleibende Pulver von chocoladenbrauner Farbe.

4. Schmilzt man dasselbe bei 300° C., so erhält man durch plötzliche Abkühlung eine ganz schwarze, schmierige, fadenziehende Masse, die erst nach längerer Zeit fest wird, und dann ein glasartiges Ansehen hat. Dieser *schwarze Schwefel* löst sich nicht, oder nur sehr wenig in Schwefelkohlenstoff, Alkohol, Aether, Benzol, Terpenthinöl und Chloroform.

5. Wird der *schwarze Schwefel* während längerer Zeit in der Temperatur von 100° C. erhalten, so löst er sich in Schwefelkohlenstoff. Die Lösung enthält viel gelben neben wenig rothem Schwefel.

6. Wird der *schwarze Schwefel* nur einige Zeit der

Temperatur von 130° bis 150° C. ausgesetzt, so hat er nach dem Erkalten eine braune Farbe und krystallinisches Gefüge. Er ist nun in Schwefelkohlenstoff löslich. Die Auflösung enthält viel rothen und wenig gelben Schwefel.

7. Dampft man die Auflösung langsam ein, so krystallisirt gelber Schwefel heraus, der um so mehr roth gefärbt erscheint als die Auflösung concentrirter wird. Es bleibt zuletzt eine Mutterlauge zurück, die nach einiger Zeit eine feste rothe Masse bildet.

8. Diese erhärtete Masse löst sich nicht wieder in Schwefelkohlenstoff. Sie ist bei richtiger Behandlung körnig und von cochenille-rother Farbe.

9. Wird dieser *rothe Schwefel* der Temperatur von 130° bis 150° C. ausgesetzt, so schmilzt er zu einer rothen Masse von krystallinischem Gefüge, von der ein Theil in Schwefelkohlenstoff löslich ist.

10. Wird der *rothe Schwefel* bis 300° C. erhitzt und plötzlich gekühlt, so liefert er *schwarzen Schwefel*.

Die verschiedenen Modificationen des Schwefels sind hiernach folgende:

- 1) Löslicher prismatischer gelber,
- 2) Löslicher octaëdrischer gelber,
- 3) Unlöslicher gelber,
- 4) Unlöslicher rother,
- 5) Löslicher rother,
- 6) Schwarzer Schwefel.

Der oft geschmolzene und schnell gekühlte Schwefel enthält löslichen gelben, unlöslichen gelben, schwarzen und löslichen rothen Schwefel.

X. *Berechnung der Durchmesser von Mondhöfen;*
von J. F. Julius Schmidt,

Observator der Sternwarte zu Olmütz.

In dem 1847 zu Paris erschienenen Werke: *Mémoire sur les Halos et les phénomènes optiques qui les accompagnent* entwickelt Bravais die verschiedenartigen optisch meteorologischen Erscheinungen, welche bei gewissen atmosphärischen Zuständen sich in Gestalt von Kreisen, tangirenden Bögen etc. um Sonne und Mond zeigen. Er discutirt jede Klasse von Erscheinungen, und versucht aus den zwar zahlreichen, aber meist sehr unsicheren Beobachtungen die theoretischen Schlussfolgerungen in den vorhandenen Messungen nachzuweisen. Von allen Formen der sogenannten Höfe will ich hier vorzugsweise nur die des Halo von 22° (*halo ordinaire, petit halo* . . Bravais §. IX, p. 21.) näher besprechen, indem ich die Resultate eigener, seit 1845 angestellter Beobachtungen mittheilen werde.

Bekanntlich zeigt sich der Halo von 22° als lichter Kreis um Sonne und Mond, wenn Eiskrystalle in nicht zu grosser Dichtigkeit die Atmosphäre erfüllen. Er ist nach Innen meistens röthlich oder bräunlich gefärbt. Hat die Sonne diesen Halo um sich, so erblickt man oft zu beiden Seiten die geschweiften Nebensonnen, deren Abstand von der Lichtquelle mit der Zenithdistanz der Sonne veränderlich ist. Bravais legt seinen Berechnungen den Brechungsindex des Eises $= 1,31$ zum Grunde, und bestimmt (p. 10.) die Radien des Halo von 22° in Rücksicht auf die verschiedenen Farben. Von der Gränze des Rothen bis zu der des Grünen variiren die Radien zwischen $21^\circ 37'$ und $21^\circ 57'$.

Die sorgfältigen Messungen Galle's (Seite 36) über die Nebensonnen sind wohl die einzigen, welche ihrer Genauigkeit wegen fast allein zu Vergleichung mit der Theorie benutzt werden konnten. Sie geben den innern Radius des Halo von 22° , $r = 21^\circ 49,3$ wofür Bravais

21° 50',2 gefunden hatte. Der Mangel an neueren guten Beobachtungen, namentlich des nächtlich um den Mond sichtbaren, so scharf zu bestimmenden Halo veranlafste mich, meine eigenen im Januar 1845 zu Hamburg begonnenen Beobachtungen einer näheren Untersuchung zu unterwerfen, um zugleich zu ermitteln, welche Genauigkeit zu erreichen sey, wenn man die an den Rändern des Halo sichtbaren Sterne zur Bestimmung der Radien anwende. Die Beobachtung ist sehr einfach; man merkt die Sterne an, welche möglichst genau die äufsere und namentlich die innere Gränze des Halo bezeichnen, und notirt zugleich die mittlere Ortszeit, oder auch die Sternzeit der Beobachtung. Die Rechnung ist zwar ebenfalls sehr einfach, aber nicht gerade kurz, und es scheint, dafs eine Vorrichtung zur directen Messung des Phänomens die Rechnung entbehrlich machen dürfte, ohne der Sicherheit des Resultates erheblichen Abbruch zu thun. Man interpolirt zunächst aus den astronomischen Ephemeriden (*Nautical Almanac*, *Encke's Jahrbuch*, *Connaissance d. t.*) für die Zeit der Beobachtung, und unter Berücksichtigung der Meridiandifferenz von Greenwich, Berlin oder Paris (für deren Meridiane die Ephemeriden gelten), den wahren, geocentrischen Ort des Mondes und seine Horizontalparallaxe. Nach bekannten Relationen der sphärischen Trigonometrie sucht man alsdann die Parallaxen in der geraden Aufsteigung und Abweichung um den *geocentrischen* Mondort in den *scheinbaren* Ort, wie solcher vom Beobachter gesehen wird, zu verwandeln. Es wird selbst in dieser Rechnung nöthig seyn, den Einflufs der sphäroidischen Gestalt der Erde auf die Parallaxe nicht zu vernachlässigen. Die Sterncataloge geben ferner für irgend eine Epoche die *mittleren* Oerter vieler Fixsterne, zumal der helleren, von denen man die zur Bestimmung des Halo benutzten wenigsten wegen der Praecession auf den Anfang des Jahres der Beobachtung reducirt. Will man genauer verfahren, wie ich es in einzelnen Fällen thunlich fand, so ist noch die Verwandlung des mittleren Sternortes in den scheinbaren erforderlich.

Weil nun aber zur Zeit der fraglichen Beobachtung der Himmel meistens so dunstig ist, daß man nur die größeren Sterne sehen kann, so tritt noch die Erleichterung ein, daß die Ephemeriden die scheinbaren Oerter der meisten hellen Sterne enthalten. Sind alle vorläufigen Reductionen gemacht, so findet man aus dem sphärischen Dreiecke, in welchem die scheinbaren Polardistanzen des Mondes und des Sternes, so wie der Winkel am Pole (die Differenz der geraden Aufsteigungen) bekannt sind, die dritte Seite des Dreiecks, d. h., den Abstand des Mondes vom Sterne, oder den Radius r resp. r' des Halo.

Die Mittheilung aller Beobachtungen im Detail würde einen großen Raum erfordern; so sehr es sonst auch wünschenswerth ist, überall das Material selbst zu kennen, aus welchem irgend ein Resultat gewonnen wurde, so glaube ich doch, wegen der Einfachheit des Gegenstandes, und wie mir scheint, auch wegen des nicht besondern Werthes, die Zusammenstellung aller einzelnen Daten hier unterlassen zu dürfen. Dieser Bericht hat vielleicht nur deshalb ein kleines Interesse, weil auch die Halonen des Mondes mit der Theorie nach zuverlässigeren Beobachtungen verglichen werden können, was, so viel mir bekannt, bis jetzt wenigstens in ausgedehnter Weise noch nicht geschehen ist. Ich lasse daher unmittelbar die Zusammenstellung der Resultate folgen, in welcher nur 2 bis 3 Beobachtungen fehlen, die gleich auf der Stelle im Originale als ganz mangelhaft bezeichnet worden sind:

r = innerer Radius } des Halo von 22° um den Mond.
 r' = äußerer Radius }

Für die innere Begränzung des Halo habe ich stets den röthlichen Saum angenommen; r bezieht sich also auf den Abstand dieser Gränze vom scheinbaren Centrum der Mondscheibe, oder richtiger, auf den sogenannten Schwerpunkt der Lichtscheibe. Daß ich diesen Unterschied nicht berücksichtigt habe, hat folgenden Grund. Wenn dieser Unterschied beträchtlich, 7 bis 8 Bogenminuten, werden kann, hat der Mond stets eine sehr schmale Sichelgestalt. Zu

solchen Zeiten wird man schwerlich etwas von dem Halo gewahr werden, wenigstens habe ich ihn dann nie gesehen. Die gedachte Correction wird um so geringer, je mehr sich der Mond der Opposition nähert, und im Vollmonde selbst = Null. Da ich nun die Halonen nahe ebenso oft vor als nach dem Vollmonde, und dazu die Sterne an sehr verschiedenen Punkten des Umfanges beobachtet habe, so heben sich die Fehler gegenseitig auf, die überdies gegen die Unsicherheit einer *einzelnen* Bestimmung des Halo, zumal unter schwierigen Umständen, ohne allen Belang sind.

Bestimmung von r .

1845 Jan. 30	$r = 21^{\circ},11$	1851 Jan. 17	$r = 23^{\circ},15$
1849 März 29	$= 21,51$	" Febr. 21	$= 22,67$
" Nov. 5	$= 22,45$	" April 12	$= 22,01$
" " 5	$= 21,55$	" " 12	$= 21,38$
" " 22	$= 21,31$	" " 13	$= 21,03$
1850 Febr. 21	$= 21,76$	" " 14	$= 21,83$
" " 21	$= 21,51$	" Nov. 4	$= 21,28$
" März 27	$= 22,05$	1852 März 28	$= 21,80$
" April 19	$= 22,98$	" Nov. 26	$= 22,61$
" " 19	$= 23,05$	" " 29	$= 22,40$
" Nov. 18	$= 21,40$	" Dec. 19	$= 21,51$
" " 18	$= 22,60$	" " 25	$= 22,01$
" " 18	$= 22,17$	1853 Febr. 15	$= 21,23$
1851 Jan. 12	$= 22,05$	" " 15	$= 21,76$

Aus diesen 28 Werthen folgt im Mittel $r = 21^{\circ} 55',4 \pm 4',6$; mittlerer Fehler einer einzelnen Bestimmung $= \pm 37'$. r liegt also nach diesen Beobachtungen zwischen:

$21^{\circ} 50',8$ und $22^{\circ} 0',0$.

Bravais findet für r (Gränze des Rothen) $21^{\circ} 50',2$, was mit der untern Gränze meiner Angabe übereinkommt. Es ist hierbei aber zu bemerken, dafs nach Bravais ein Fehler von $\pm 0,001$ im Brechungsindex einen Fehler von $\pm 4',5$ im Radius des Halo verursacht.

Bestimmung von r' .

1849 März 29	$r' = 24^{\circ},05$	1851 Nov. 4	$r' = 25^{\circ},05$
" Nov. 3	$= 25,07$	" " 4	$= 25,61$
" " 5	$= 23,21$	1852 März 28	$= 24,38$
1850 Febr. 21	$= 24,45$	" Dec. 25	$= 24,55$
" März 27	$= 24,87$	1853 Jan. 15	$= 25,28$
" " 27	$= 24,07$	" Febr. 15	$= 23,90$
" April 19	$= 25,03$	" " 15	$= 25,51$
" " 21	$= 23,55$	" " 15	$= 24,70$
" Mai 23	$= 24,18$	" " 15	$= 25,70$
" " 23	$= 25,61$	" " 15	$= 24,90$
" Nov. 12	$= 24,53$	" " 15	$= 24,15$
1851 Jan. 12	$= 25,35$	" März 20	$= 25,20$
" " 17	$= 24,43$	" " 20	$= 25,81$
" Febr. 11	$= 24,90$	" " 21	$= 24,75$
" " 12	$= 24,15$	" " 25	$= 24,10$
" März 14	$= 24,67$		

Aus diesen 31 Angaben ist im Mittel:

$$r' = 24^{\circ} 39,0 \pm 4,4.$$

Mittlere Unsicherheit einer einzelnen Bestimmung $= \pm 37$.
 Dafs die Gränzen der Unsicherheit für die Bestimmung des äufseren Saumes vom Halo hier nicht gröfser ist als bei r , scheint rein zufällig, und würde sich bei einer gröfsern Beobachtungsreihe gewifs anders, und zum Nachtheil von r' herausstellen.

Endlich ist noch, der Radius der mittleren Region des Halo,

$$\frac{r + r'}{2} = 23^{\circ} 17'$$

und die Breite des Halo

$$= 2^{\circ} 44'$$

Außergewöhnliche mit dem Halo von 22° verbundene Erscheinungen um Sonne und Mond.

Ich werde jetzt noch einige seltene Erscheinungen beschreiben, die mit Ausnahme der ersten dem Refractionsphänomen angehören.

Bonn 1850, Mai 18, 10^h 2. Um den halben Mond lag ein kleiner scheibenförmiger Hof mit braunrothem Saume, der wiederum von einem grünen Kreise umgeben war. Genau in der Mitte des Rothen stand α Leonis, woraus ich den Radius des rothen Saumes zu 1° 6' berechnet habe.

Bonn 1850, März 27, 13^h. An demselben Abend, als ich den scharf begränzten Halo von 22° beobachtet hatte, sahen die HH. Henzi und Thormann einen zweiten viel größeren Halo, oder vielmehr ein großes Stück davon, dessen Radien ich aus den berührenden Sternen α Coronae und η Ursae folgendermassen berechnet habe.

$$r = 50^{\circ},3 \quad r' = 52^{\circ},6.$$

Bonn 1853. Zwischen den 19. u. 25. März zeigten sich täglich merkwürdige Erscheinungen um Sonne und Mond, welche namentlich am 21. März an sehr vielen Orten Deutschlands gesehen worden sind. Ich beschränke mich hier auf die Mittheilung der weniger bekannten, seltneren Phasen des Phänomens. Die Reihenfolge der Erscheinungen war diese:

März 19 Abends schwache Spuren des Halo von 22° um den mehr als halb erleuchteten Mond.

März 20 Abends, ziemlich gut begränzter Halo von 22° um den Mond.

März 21 Nachmittags. Lichtkreise und Nebenformen in folgender Ordnung:

I. Um die Sonne der inwendig rothe gewöhnliche Halo von 22°.

a) In ihm östlich und westlich sehr glänzende und geschweifte, aber nicht scheibenförmig begränzte Nebensonnen. Der Schweif der östlichen war 40° lang, und dem Horizonte parallel.

b) Zwischen der Sonne und dem Zenith in der äussern obren Gränze des Halo von 22°, ein glänzender tangirender Bogen. Um 3 $\frac{1}{2}$ Uhr war dieser offenbar kreisförmig. (Stück eines Kreises.)

II. Der Halo von 46° inwendig roth, übrigens wie gewöhnlich. Auch dieser hat an seinem obersten Rande,

gegen das Zenith gerichtet, einen prachtvoll gefärbten tangirenden Bogen, dessen Centrum wahrscheinlich im Zenith lag.

Diese bekannten Erscheinungen blieben bis zum Untergange der Sonne; dann aber trat die auffallende Aenderung ein, dafs der unter b angemerkte tangirende Bogen seine Kreisgestalt verlor, und ganz die einer scharfen, leuchtenden Hyperbel mit fast geraden Aesten annahm, deren Scheitel, einen Halo von 22° oben berührend, abwärts gegen die Sonne gerichtet war. Die Hyperbel blieb bis 20 Minuten nach Sonnenuntergang stehen.

Auffallender noch als die Erscheinungen am Tage, waren diejenigen, welche fast die ganze Nacht hindurch den bald vollen Mond umgaben. Die optischen Figuren waren folgende:

I. Der Halo von 22° in grossem Glanze, oben und unten sehr leuchtend, gefärbt und scheinbar abgeplattet; für ihn wurde r' durch β *Geminorum* bestimmt.

II. Eine den Halo von 22° umschliessende Curve, oben und unten osculirend, und scheinbar ganz elliptisch. Zwischen 8^h und 10^h sah man östlich und westlich den dunklen Ansenraum zwischen den Rändern der Ellipse und des Halo von 22° . Die Endpunkte der grosen Axe der Ersteren wurden zu gros, durch α *Canis Minoris* (*Prokyon*) zu klein, durch den kaum sichtbaren Stern δ *Leonis* bezeichnet. Ausserdem blieb bis nach 13^h der Stern β *Geminorum* durch ein Zusammentreffen der Bewegung und Parallaxenänderung des Mondes stets in der äufseren Peripherie des elliptischen Halo.

III. Ein anfangs sehr grosfer matter und feiner Kreis, mitten durch den Mond ziehend, der an zwei Stellen den Halo von 22° und die Ellipse durchschnitt. Es wurden ebenfalls die Sterne notirt, die nach und nach von dem seltenen Circumzenithalkreise erreicht wurden.

IV. Ein schwacher Kreis, eine Nachahmung von 22° im Grofsen, concentrisch, namentlich gut am südlichen Horizonte sichtbar.

V. Ein noch schwächerer Kreis, eine Nachahmung im Großen von dem Zenithkreise, mit diesem in der Dimension veränderlich, namentlich gegen Norden sichtbar.

März 22. Den ganzen Tag hindurch, und dann Abends, die bekannten Halonen schwach sichtbar.

März 23. 24. u. 25. Dieselbe Erscheinungen sehr unvollständig wegen zu stark bewölkten Himmels.

Berechnung einiger Beobachtungen am 21. März Nachts.

1) Die den Halo von 22° umschließende Ellipse.

Wie schon erwähnt, blieb β Geminorum stets sehr nahe in der äußern Peripherie gegen Westen, so daß ich unter Zugrundelegung der scheinbaren Mondörter von 8^h bis 13^h die Abstände des Mondes von dem Sterne berechnen konnte. Diese Abstände nenne ich D . Weil zwischen 9^h und 10^h der Mond den Meridian überschritt, und also die Parallaxe in Rectascension das Zeichen wechselte, so können die Differenzen in D nicht regelmäfsig seyn. Um 13^h stand β Geminorum nahe am Endpunkt der großen Axe westlich. Die Werthe für den elliptischen Halo sind folgende:

$7^h\ 0^m$	$D = 24^\circ,75$
8 0	$= 25,16$
9 0	$= 25,78$
10 0	$= 25,99$
11 0	$= 26,43$
12 0	$= 26,89$
13 0	$= 27,38$

Die halbe große Axe der Ellipse, a folgt aus:

Prokyon (westlich) .	$= 29^\circ,37$ zu groß
aus δ Leonis (östlich)	$= 25,40$ zu klein
Mittel	$= 27,38$
aus β Geminorum .	$= 27,38$

Die Uebereinstimmung ist rein zufällig.

Es war demnach,

die halbe kleine Axe	$= 24^\circ,75$
die halbe große Axe	$= 27,38$

2) Die Größe des Radius des Zenithkreises wird durch die Zenithdistanz des Mondes bestimmt. Um aber den veränderlichen Radius zu prüfen, wurden verschiedene Beobachtungen von Sternen gemacht, welche nach und nach die Säume des Halo berührten. Die Rechnung ergab folgendes.

Nach meiner Beobachtung
um 7' 50".

r aus γ Ursae = 35°,4	r' aus α Persei = 42°,3
» γ Gemin. = 37°,6	» Polaris = 39°,5
» ι Aurigae = 37°,1	» δ Urs. Maj. = 37°,3
r . . . Mittel = 36°,7	r' . . . Mittel = 39°,7
$\frac{r'+r}{2}$ aus d. Monde = 38°,2	$\frac{r'+r}{2}$ im Mittel = 38°,2

Nach H. Schönfelds Beobachtung
um 8' 25"

r aus α Aurigae = 32°,6
» δ Urs. Maj. = 32°,7
$\frac{r'+r}{2}$ aus d. Monde = 33°,3

Nach meiner Beobachtung
um 9' 45".

r aus α Gemin. 31°,1
$\frac{r'+r}{2}$ » ζ Urs. Maj. 31°,9
» » β Gemin. 32°,4
» » dem Monde 31°,6

Nach diesen Beobachtungen wird also bestätigt, daß die Größe des Zenithhalo von der Zenithdistanz des Mondes abhängt.

3) Der mit dem Halo von 22° concentrische, gegen Süden sichtbare Kreis ging um 8^h, so viel sich erkennen liefs, durch γ Canis majoris, und zwar mit seinem innern einigermaßen begränzten Rande. Der äufsere kaum erkennbare Umfang zog ungefähr über Sirius. Es folgt r ungefähr = 49°,5.

Eine ähnliche, aber sehr glänzende derartige Erscheinung wurde am 26. Mai d. J. zu Eutin in Holstein (Breite 54° 8') gesehen. Aus der sorgfältigen von Zeichnungen begleiteten Beschreibung meines Vaters theile ich folgendes mit.

Um 6 Uhr Morgens lagen um die Sonne zwei Halonen

von 22° der Art, daß sie sich ober- und unterhalb der Sonne schnitten. Die beiden Durchschnittspunkte lagen mit der Sonne in demselben Verticalkreise. Links und Rechts zwischen den beiden Säumen standen die geschweiften Nebensonnen. Um $9\frac{1}{2}$ Uhr erschien zwischen dem Zenith und der Sonne, etwa 7° oberhalb des obern Randes vom Halo von 22° , ein weißes, gegen das Zenith gekrümmtes Bogenstück. Um $10\frac{1}{2}$ Uhr bildete sich der durch die Sonne ziehende große Zenithhalo; die Parhelien waren verschwunden. Um 11 Uhr erreichte der Halo von 22° eine überaus große Intensität, so daß er ein ganz glühendes Ansehen erhielt, bei welchem am nördlichen Rande die Farben sich verloren.

Nachdem alle Farben verschwunden, wurden beide Halonen (der von 22° war seit 10 Uhr nicht mehr doppelt) merklich elliptisch. Die Erscheinung soll an demselben Tage auch in Norwegen beobachtet worden seyn.

Olmütz im Juli 1853.

XI. Neue Ausstellung an dem Begriffe des endosmotischen Aequivalentes; von A. Fick,

Prosector in Zürich.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen über Diffusion von Salzlösungen, bin ich auf eine Thatsache gestossen, die ein ganz eigenthümliches Licht auf die von Jolly aufgestellte Theorie der endosmotischen Aequivalente wirft. Da diese Theorie mit Recht viel Aufsehen gemacht hat und die bisher gelieferten Widerlegungen derselben beim physikalischen Publikum wenig Eingang gefunden zu haben scheinen, so halte ich es nicht für überflüssig, die von mir gefundene Thatsache einstweilen für sich zu veröffentlichen,

um so mehr, als die Publication meiner Untersuchungen in extenso noch nicht so bald erfolgen dürfte.

Bekanntlich behauptet Jolly ¹⁾ gestützt auf seine Experimente: »Wenn bei einem Diffusionsprocesse durch eine Membran während einer gewissen Zeit eine Salzmenge q die Membran durchsetzt, so geht gleichzeitig eine Wassermenge nq in entgegengesetzter Richtung über, wo n eine von der Natur des Salzes und der Membran allein abhängige Constante ist, die er das »*endosmotische Aequivalent*« nannte.« Ludwig ²⁾ und nachher Cloetta ³⁾ zeigten, daß diese Zahl n abhängig sey von den Concentrationen der Lösungen zwischen denen die Diffusion vorgeht. Ich habe jetzt gefunden, daß sie sogar noch von einem andern Umstande abhängig ist, und nicht einmal für ein und dieselbe Membran, ein und dasselbe Salz und ein und dieselbe Concentration auf beiden Seiten der Membran constant ist. Es schien mir nämlich von fundamentaler Wichtigkeit, zu untersuchen, ob die Schwere von Einfluß sey auf den Diffusionsproceß; ich stellte daher eine Versuchsreihe an, in welcher ich Kochsalz diffundiren liefs durch eine thierische Membran, und zwar liefs ich abwechselnd in dem einen Versuch den specifisch schwereren Körper (das Salz) von oben nach unten, im anderen von unten nach oben treten, so daß also im einen Falle seine Bewegung durch die Schwere unterstützt, im anderen durch dieselbe gehemmt werden mußte. Ich fand nun zu meiner großen Verwunderung, daß allemal 1) wenn das Salz von unten nach oben ging, in derselben Zeit *mehr* Salz die Scheidewand passirt als bei der umgekehrten Richtung, und daß 2) das sogenannte endosmotische Aequivalent um beiläufig eine Einheit größer war, wenn die Bewegung des Salzes im Sinne der Schwere geschah. Als Mittel aus vier gut stimmenden Versuchen ergaben sich folgende Zah-

1) Zeitschrift für ration. Medicin, Vol. VII. (Diese Ann. Bd. 78, S. 261.)

2) Ibid. Vol. VIII.

3) Cloetta, Diffusionsversuche durch Membranen mit zwei Salzen, Zürich 1851.

len: Wenn das Salz von oben nach unten ging durchsetzte in einer Minute die Scheidewand 0,00333 Salz, und das endosmotische Aequivalent war 6,069; wenn das Salz von unten nach oben ging, so wurde die Scheidewand während einer Minute durchsetzt von 0,00359 Salz, und es ergab sich ein endosmotisches Aequivalent $= 5,088$. Die Temperatur hielt sich während der ganzen Versuchsreihe zwischen 11° und 13° C. Bei allen Versuchen war auf der einen Seite der Membran die Concentration vollständige Sättigung, auf der anderen Seite $= 0$ (reines Wasser) und es bedarf kaum der Erwähnung, dafs durch geeignete Bewegung der Flüssigkeiten dafür gesorgt wurde, dafs auf ein und derselben Seite der Membran, die Concentration fortwährend durch die ganze Masse hindurch constant blieb.

XII. Ueber die Trennung der Wolframsäure vom Zinnoxid; von W. P. Dexter.

Beide metallische Säuren kommen in manchen Tantaliten gemeinschaftlich vor; es ist ihre Trennung alsdann mit Schwierigkeiten verknüpft.

Durch folgendes, mir vom Prof. H. Rose angegebenes Verfahren glückt indessen die Scheidung vollkommen:

Gewogene Mengen von Zinnoxid und von Wolframsäure wurden in einem Porcellantiegel geglüht, während durch das Loch des Deckels ein Strom von getrocknetem Wasserstoffgas hinzugeführt wurde. Der Gewichtsverlust betrug sehr nahe so viel, als er seyn würde, wenn durch diese Operation das Zinnoxid sich vollständig reducirt und die Wolframsäure sich in Wolframoxyd verwandelt hätte. Das Geglühte wurde mit Chlorwasserstoffsäure gekocht, und aus der filtrirten Lösung vermittelst Schwefelwasserstoffgas Schwefelzinn gefällt, das durch vorsichtiges Rösten

in Zinnoxid verwandelt wurde. Das Wolframoxyd wurde durchs Glühen an der Luft in Wolframsäure verwandelt.

0,392 Grm. Zinnoxid und 0,452 Grm. Wolframsäure erlitten durchs Glühen in einer Atmosphäre von Wasserdampf einen Gewichtsverlust von 0,109 Grm. (der Rechnung nach sollte er 0,113 Grm. betragen). Die wieder erhaltene Menge von Zinnoxid betrug 0,390 Grm., und die der Wolframsäure 0,446 Grm. Es waren also im Hundert

	angewandt	erhalten
Zinnoxid	46,44	46,21
Wolframsäure	53,56	52,81
	100,00.	99,03.

Eine andere Methode der Trennung mittelst Schmelzens mit zweifach-schwefelsaurem Kali glückte nicht. Als die geschmolzene Masse mit kaltem Wasser behandelt wurde, enthielt das ausgewaschene Zinnoxid beinahe noch ein Drittel der angewandten Wolframsäure.

XIII. Abgeänderter Polarisationsapparat.

AB (Taf. I Fig. 11) ist ein schwarzer Spiegel, CD ein belegter, $LMNO$ der Weg des mittleren Strahls. Nennt man $AB=l$, $\angle CAD=\angle MNO=2\alpha$ und φ den Polarisationswinkel, so ist

$$CD = l \frac{\sin \varphi}{\cos \alpha}, \quad AN = \frac{1}{2} l \frac{\sin \varphi}{\sin \alpha}.$$

Ich habe $\alpha=10^\circ$ genommen, und einstweilen die Spiegel zwischen zwei verticale Bretter eingeschlossen, wovon eins in der Figur angedeutet ist. Eine gehärtete Glasplatte giebt bei P das einfache Kreuz, bei N die schöne Figur, die der doppelten Dicke entspricht. Die dem Lichte zugekehrte Seite ist längs BE verschlossen, bei BB' natürlich offen. Dort setze ich zu nächtlichen Beobachtungen eine Linse von etwa 1 Fuß Brennweite ein. Reusch.